

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Навчально-науковий інститут денної освіти

Форма навчання денна

Кафедра технологій харчових виробництв і ресторанного господарства

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

_____ О. ГОРОБЕЦЬ
(підпис)

«_____» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Удосконалення технології дріжджових виробів на заквасці»

зі спеціальності 181 Харчові технології

освітня програма «Технології в ресторанному господарстві»

(шифр та назва)

ступеня магістр

Виконавець роботи Дугар Максим Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис, дата)

Науковий керівник к.т.н., доцент Горобець Олександра Михайлівна

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис, дата)

Рецензент к.т.н., доцент Горячова Олена Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Полтава 2025

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Затверджую
Завідувач кафедри
_____ О. ГОРОБЕЦЬ
(підпис)
« _____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ ТА КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК
ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему: «Удосконалення технології дріжджових виробів на заквасці»

зі спеціальності 181 Харчові технології

освітня програма «Технології в ресторанному господарстві»
(шифр та назва)

ступеня магістр

Прізвище, ім'я, по батькові Дугар Максим Юрійович
Затверджена наказом ректора № 79-Н від «23» квітня 2025 р.
Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 22.12.2025 р.

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Провести літературний пошук щодо обґрунтування актуальності обраної теми. Визначити об'єкти та методи досліджень. Розробити програму теоретичних та експериментальних досліджень. Розробити технологію виробництва харчових продуктів. Розробити проект нормативної документації на нові продукти харчування. Контроль безпечності готових виробів. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки та пропозиції.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки Вступ. Розділ 1. Теоретичне обґрунтування використання заквасок спонтанного бродіння в технології хліба. Розділ 2. Об'єкти, матеріали та методи досліджень Розділ 3. Обґрунтування використання водного екстракту хеномелесу у технології виробництва пшеничних заквасок. Розділ 4. Розроблення технології бездріжджового хліба з використанням закваски на основі хеномелеса. Розділ 5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки.

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Ініціал, Прізвище, консультанта	Підпис, дата
Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях	Н. Молчанова	

Календарний графік виконання кваліфікаційної роботи

Зміст роботи	Термін виконання	Фактичне виконання
Підбір і вивчення літературних джерел, вибір теми, її обґрунтування	17.04.2025 – 23.04.2025 р.	17.04.2025 – 23.04.2025 р.
Складання і затвердження плану роботи	24.04.2025 – 8.05.2025 р.	24.04.2025 – 8.05.2025 р.
Підготовка першого розділу роботи	9.05.25 – 20.06.25 р.	9.05.25 – 20.06.25 р.
Підготовка другого розділу роботи	21.06.25 – 13.07.25 р.	21.06.25 – 13.07.25 р.
Проведення експериментальних досліджень	14.07.25 – 14.09.25 р.	14.07.25 – 14.09.25 р.
Підготовка третього, четвертого розділів роботи	15.09.24 – 15.10.25 р.	15.09.24 – 15.10.25 р.
Розробка нормативно-технічної документації, практичне впровадження та апробація результатів наукових досліджень	16.10.25 – 20.10.25 р.	16.10.25 – 20.10.25 р.
Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях	21.10.25–10.11.25 р.	21.10.25–10.11.25 р.
Оформлення роботи	11.11.25 – 15.12.25 р.	11.11.25 – 15.12.25 р.
Подання роботи на антиплагіат	16.12.25 - 19.12. 2025 р.	23.12. 2025 р.
Подання роботи науковому керівнику	20.12.2025 р.	24.12.2025 р.
Подання роботи на кафедру	22.12. 2025 р.	25.12. 2025 р.
Подання роботи для зовнішнього рецензування	24.12. 2025 р.	26.12. 2025 р.

Дата видачі завдання «23» квітня 2025 р.

Здобувач вищої освіти _____ М. ДУГАР

(підпис)

Керівник _____ О. ГОРОБЕЦЬ

(підпис)

(ініціал, прізвище)

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота оцінена на _____

(балів, оцінка за національною шкалою, оцінка за ЄКТС)

Протокол засідання ЕК № _____ від « _____ » _____ 2025 р.

Секретар ЕК _____

(підпис)

С. ЛЬВОВА

(ініціал, прізвище)

ЗМІСТ

Анотація	6
Вступ	10
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА	14
1.1. Сучасний стан галузі та технологій виробництва хлібних виробів різного асортименту	14
1.2 Закваски спонтанного бродіння в хлібопеченні України та світу	17
1.3 Фруктові закваски у технології бездріжджового хліба: характеристика, переваги та специфіка використання	21
1.4. Корисні властивості хеномелесу та перспективи його використання як сировини для виведення закваски	26
Висновки до розділу 1	31
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
2.1 План проведення досліджень	33
2.2 . Об’єкти та матеріали досліджень	33
2.3 Методи досліджень	36
Висновки до розділу 2	39
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНОГО ЕКСТРАКТУ ХЕНОМЕЛЕСУ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЧНИХ ЗАКВАСОК	40
3.1 Хеномелес: біологічна та хімічна характеристика	40
3.2 Порівняння хеномелесової води з традиційними фруктовими середовищами для закваски	43
3.3 Методика приготування закваски на основі хеномелесової води та її використання у виробництві хліба	45
3.4 Вплив умов ферментації на динаміку кислотності та мікробіологічні показники заквасок на основі хеномелесової та	48

яблучної води

3.5. Оптимізація умов культивування закваски на основі хеномелесової води 53

Висновки до розділу 3 56

РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАКВАСКИ НА ХЕНОМЕЛЕСІ 58

4.1 Розроблення рецептури бездріжджового хлібу та дослідження показників якості 58

4.2 . Аналіз харчової та енергетичної цінності розроблених виробів 62

4.3 Дослідження впливу заквасок на зміни структурно-механічних властивостей м'якушки хліба в процесі зберігання 64

Висновки до розділу 4 69

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 71

Висновки до розділу 5 80

ВИСНОВКИ 81

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 83

ДОДАТКИ 91

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: «Удосконалення технології дріжджових виробів на заквасці — наукова праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота зі спеціальності 181 Харчові технології освітня програма «Технології в ресторанному господарстві» –Полтавський університет економіки і торгівлі Україна, Полтава, 2025.

Кваліфікаційна робота викладена на 105 сторінках пояснювальної записки та містить 18 таблиць, 19 рисунків, 5 додатків, 67 літературних джерела.

Робота присвячена розробленню та науковому обґрунтуванню інноваційної технології пшеничного бездріжджового хліба з використанням натуральної закваски, сформованої на основі водного екстракту плодів хеномелесу японського. Обґрунтовано, що застосування хеномелесової води, розведеної у співвідношенні 1:5, створює оптимальні умови для спонтанної ферментації молочнокислими бактеріями та кислотостійкими дріжджами, забезпечуючи стабільний розвиток мікрофлори, сприятливий рівень кислотності та виражений ароматний профіль закваски.

Проведено повний комплекс аналітичних, мікробіологічних та технологічних досліджень фракційного складу органічних кислот і цукрів у хеномелесі, показано домінування яблучної кислоти серед кислот і фруктози серед моносахаридів, що обумовлює селективне стимулювання ферментаційних процесів. У порівнянні з класичною яблучною закваскою встановлено, що закваска на основі хеномелесової води має більш стабільну кислотність і нижчий ризик розвитку небажаної мікрофлори під час ферментації.

Експериментально-статистично моделюванням (метод Бокса-Уілсона) визначено оптимальні технологічні параметри культивування закваски: масова частка вологи — 52 %, тривалість бродіння — 120 год, температура — 28 °С. Розроблено математичну модель, що описує вплив цих параметрів на інтенсивність газоутворення (накопичення CO₂), яка корелює з

підйомною здатністю закваски та якістю готового виробу.

На основі отриманих результатів розроблено рецептуру бездріжджового пшеничного хліба з використанням хеномелесової закваски (закваска — 140 г; вода — 160 г; пшеничне борошно вищого гатунку — 440 г; цілнозернове борошно — 30 г; яйце — 1 шт.; сіль — 10 г; мед — 15 г). Запропоновано технологію виготовлення тіста з етапами автолізу, ферментації у формі протягом 10–12 год та випікання у два етапи (20 хв при 240 °C з паром та 20 хв при 200–210 °C без пари), що забезпечує формування стабільної структури м'якуша і високого органолептичного рівня виробу.

Порівняльний аналіз контрольного (класична пшенична закваска) і дослідного (хеномелесова закваска) зразків показав, що виріб на хеномелесовій заквасці має вищі оцінки за органолептичними показниками (аромат, смак, пористість, еластичність), стабільність кислотності та технологічну придатність. Дослідний зразок характеризується кращою підйомною силою та збалансованою структурою пористості м'якуша.

Результати досліджень свідчать про доцільність впровадження запропонованих рецептур і технології у виробництво хлібобулочних виробів з підвищеною харчовою цінністю, стабільними якісними показниками та вираженими органолептичними властивостями. Застосування закваски на основі хеномелесової води в технології бездріжджового хліба має потенційний економічний та соціальний ефект, зокрема у сегменті ремісничого та малопотужного виробництва продуктів харчування.

Ключові слова: хліб, бездріжджова закваска, *Chaenomeles japonica*, ферментація, технологічний процес, органолептичні властивості, харчова цінність.

ABSTRACT

Qualification thesis: "Improvement of the technology of yeast-free bread using Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) sourdough" — scientific work submitted in manuscript form.

The work is dedicated to the development and scientific substantiation of an innovative technology for wheat yeast-free bread using natural sourdough formed on the basis of an aqueous extract of Japanese quince fruits. It has been substantiated that the use of *Chaenomeles* water, diluted in a 1:5 ratio, creates optimal conditions for spontaneous fermentation by lactic acid bacteria and acid-tolerant yeasts, ensuring stable microbiological development, a favorable acidity level, and an expressive aromatic profile of the sourdough.

A full range of analytical, microbiological, and technological studies was conducted on the fractional composition of organic acids and sugars in Japanese quince. The dominance of malic acid among acids and fructose among monosaccharides was confirmed, which selectively stimulates fermentation processes. In comparison to classic apple-based sourdough, the *Chaenomeles*-based sourdough demonstrated more stable acidity and a lower risk of undesirable microflora growth during fermentation.

Experimental-statistical modeling (using the Box–Wilson method) identified optimal technological parameters for sourdough cultivation: moisture content — 52%, fermentation time — 120 hours, temperature — 28 °C. A mathematical model was developed describing the influence of these parameters on carbon dioxide accumulation (CO_2), which correlates with the leavening capacity of the sourdough and the quality of the final product.

Based on the obtained results, a formulation for yeast-free wheat bread using *Chaenomeles* sourdough was developed (sourdough — 140 g; water — 160 g; refined wheat flour — 440 g; whole-grain flour — 30 g; one egg; salt — 10 g; honey — 15 g). A detailed dough preparation technology was proposed, including autolysis, fermentation in molds for 10–12 hours, and two-phase baking

(20 min at 240 °C with steam and 20 min at 200–210 °C without steam), ensuring the formation of a stable crumb structure and high organoleptic quality of the product.

A comparative analysis of the control sample (classic wheat sourdough) and the experimental sample (*Chaenomeles* sourdough) revealed that the experimental bread scored higher in organoleptic characteristics (aroma, taste, porosity, elasticity), showed stable acidity levels, and had excellent technological performance. The experimental sample also exhibited stronger leavening power and a balanced crumb porosity structure.

The research results confirm the feasibility of implementing the proposed formulations and technology in the production of bakery products with enhanced nutritional value, stable quality indicators, and distinctive sensory characteristics. The use of *Chaenomeles*-based sourdough in yeast-free bread technology presents both economic and social benefits, particularly for artisanal and small-scale food production sectors.

Keywords: bread, yeast-free sourdough, *Chaenomeles japonica*, fermentation, technological process, organoleptic properties, nutritional value.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У сучасних умовах глобалізації та урбанізації харчування населення потребує не лише забезпечення енергетичних потреб організму, а й виконання оздоровчо-профілактичних функцій. Одним із ключових продуктів щоденного споживання залишається хліб, який, попри розвиток альтернативних джерел вуглеводів, зберігає свою домінуючу роль у раціоні українців. У зв'язку з цим актуальним є впровадження нових технологічних рішень, що поєднують високу біологічну цінність, безпечність, тривалий термін зберігання та привабливі органолептичні властивості.

Сучасна хлібопекарська галузь все більше орієнтується на концепції clean label (мінімізація синтетичних інгредієнтів) та sustainable food (раціональне використання ресурсів, зниження харчових втрат). Одним із найперспективніших напрямів у цьому контексті є застосування заквасок спонтанного бродіння на основі альтернативних носіїв мікрофлори – рослинної сировини з високим вмістом природних ферментів, органічних кислот та поліфенолів. Застосування таких заквасок дозволяє не лише уникнути додавання пресованих або сухих дріжджів, а й покращити структуру, смак та збереженість хліба за рахунок натуральної ферментації.

Особливий інтерес становлять фрукти з високим вмістом біологічно активних речовин, зокрема плоди хеномелесу японського (*Chaenomeles japonica*), які вітчизняними виробниками часто залишаються поза увагою. Хеномелес має високу кислотність, насичений ароматичний профіль, багатий склад органічних кислот, природних антиоксидантів і цукрів, що робить його унікальним середовищем для розвитку симбіотичної мікрофлори. Саме ці властивості дозволяють розглядати водний настій з хеномелесу як інноваційне середовище для виведення закваски спонтанного бродіння.

Крім цього, актуальність теми зумовлена сучасними викликами у харчовій безпеці – поширенням алергій на промислові дріжджі,

дисбактеріозів, а також зростанням попиту на бездріжджову продукцію серед прихильників здорового способу життя. Розробка та впровадження технології хліба з використанням хеномелесової закваски дозволяє вирішити відразу кілька технологічних завдань: уникнення використання дріжджів, покращення мікробіологічної стабільності тіста, підвищення харчової цінності виробу та забезпечення тривалого терміну зберігання без застосування консервантів.

Застосування фруктових заквасок, зокрема на основі хеномелесу, дає змогу урізноманітнити асортимент функціонального хліба, який має покращений вітамінний та антиоксидантний профіль. Ураховуючи недостатню кількість наукових розробок з даного напрямку в Україні, проведення дослідження, присвяченого розробці хліба на заквасці з хеномелесової води, є своєчасним, обґрунтованим та актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору.

Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка технології пшеничного хліба без додавання дріжджів із використанням закваски спонтанного бродіння на основі водного настою хеномелесу.

Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

- провести аналітичний огляд наукових джерел щодо застосування фруктових заквасок у хлібопеченні та оцінити харчовий потенціал плодів хеномелесу;
- дослідити біохімічний склад плодів хеномелесу та обґрунтувати доцільність їх використання для приготування закваски;
- оптимізувати технологічні параметри процесу приготування хеномелесової закваски: масову частку вологи, температуру та тривалість ферментації;
- порівняти фізико-хімічні, мікробіологічні та реологічні показники заквасок на хеномелесовій та яблучній воді;
- оцінити вплив закваски на хеномелесовій воді на процеси газоутворення, кислотонакопичення та якість готового хліба;

- розробити рецептуру бездріжджового пшеничного хліба з додаванням хеномелесової закваски та оцінити його органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні характеристики;

- визначити соціально-економічну доцільність впровадження нової технології у виробництво.

Об'єкт дослідження — технологія виробництва пшеничного хліба без додавання дріжджів.

Предмет дослідження — закваска спонтанного бродіння, сформована на основі настою з плодів хеномелесу, її вплив на тісто та якість готового хліба.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс класичних і спеціалізованих методів дослідження: органолептичний аналіз, фізико-хімічні та мікробіологічні методики контролю якості, визначення структурно-механічних властивостей тіста, фотометричні та хроматографічні методи аналізу складу, а також методи математичного моделювання та статистичної обробки результатів.

Наукова новизна одержаних результатів

Уперше обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність використання настою з хеномелесу як рідкої фази для ініціації заквасок спонтанного бродіння. Встановлено оптимальні умови культивування закваски: співвідношення сировини та води 1:5, температура ферментації 26–28 °С, тривалість ферментації 5–7 діб. Запропоновано технологію виведення хеномелесової закваски, яка забезпечує стабільне газоутворення та кислотонакопичення без появи патогенної мікрофлори, на відміну від закваски на яблучній воді.

Показано, що використання хеномелесової закваски в рецептурі бездріжджового хліба дозволяє отримати вироби з покращеною пористістю, приємним ароматом, помірною кислотністю та підвищеною вологоутримувальною здатністю, що забезпечує подовження терміну зберігання. Проведено порівняльну характеристику динаміки ферментації та

встановлено переваги хеномелесової закваски за швидкістю утворення вуглекислого газу та ароматичних компонентів.

Практичне значення одержаних результатів

Розроблена технологія може бути рекомендована до впровадження на підприємствах малого та середнього бізнесу для виробництва бездріжджового хліба функціонального призначення. Запропоновано рецептури та технологічні схеми, проведено апробацію технології в умовах дослідної пекарні. Очікуваний соціальний ефект полягає у розширенні асортименту натурального хліба з оздоровчими властивостями, що відповідає сучасним вимогам споживачів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА

1.2. Сучасний стан галузі та технологій виробництва хлібних виробів різного асортименту

Сучасний стан хлібопекарської галузі України характеризується достатнім виробничим потенціалом, високим рівнем механізації технологічних процесів і розширенням асортименту продукції. Це дає змогу забезпечити потреби населення у хлібобулочних výroбах за доступною ціною та з дотриманням базових стандартів якості.

Однією з ключових особливостей ринку хліба та хлібобулочних виробів в Україні є майже повне домінування продукції вітчизняного виробництва. Це зумовлено наявністю широкої мережі підприємств різної потужності, які охоплюють як великі промислові об'єднання, так і малі приватні виробництва. Водночас, трансформаційні процеси в економіці, зокрема перерозподіл власності, конкуренція та вплив кризових явищ, спричинили скорочення кількості великих підприємств галузі. Натомість спостерігається зростання частки мініпекарень, зокрема при торгівельних мережах, що обумовлено зміною споживчих переваг, підвищенням попиту на свіжу випічку та динамікою способу життя населення.

Структура ринку хліба в Україні є високодиференційованою. За даними аналітичних джерел, частка промислового виробництва становить орієнтовно 35 %, ще до 50 % припадає на малі пекарні та виробництва, що функціонують при торгівельних мережах, близько 10 % — на підприємства громадського харчування. Ведучими операторами залишаються вертикально інтегровані компанії, які забезпечують понад 75 % обсягів промислової хлібної продукції, використовуючи власні логістичні, зернопереробні та технологічні потужності.

Найбільшими гравцями галузі є:

- ТОВ «УССП «Київський обласний хлібопекарський комплекс»;
- ТОВ «Київхліб» та ТОВ «Столичний пекарний дім»;
- ПАТ «Холдингова компанія «Хлібні інвестиції»;
- ПрАТ «Концерн «Хлібпром»;
- HD-Group, а також виробники, що діють у Дніпропетровській, Черкаській, Миколаївській та Чернігівській областях.

Однак попри високий потенціал, галузь зазнає суттєвих труднощів. Згідно зі статистичними даними, з 2020 року спостерігається тенденція до зниження обсягів виробництва хлібобулочних виробів. Так, у 2020 році загальне виробництво зменшилось на 13,8 % порівняно з попереднім періодом. Зниження продовжувалося й у наступні роки, на що вплинули воєнні дії, енергетична нестабільність, логістичні обмеження та загальна економічна нестабільність.

Водночас варто враховувати тіньовий сегмент ринку, до якого належать домашні пекарні, малі цехи, не охоплені офіційною статистикою. Також відбувається структурна зміна споживання хліба: замість традиційного хліба споживачі обирають булочні вироби, фастфуд-продукцію, вироби з тіста — лаваші, багети, хлібці тощо. Частка таких продуктів у споживанні зростає, а разом із нею — й вимоги до якості та функціональності продукції.

До основних чинників, що негативно впливають на розвиток галузі, належать:

- зниження купівельної спроможності населення;
- нестабільність цін на сировину та енергоносії;
- дефіцит якісної сировини;
- зростання мікробіологічної контамінації сировини;
- недосконала логістика;
- невисока якість продукції та використання хімічних поліпшувачів, які викликають недовіру споживачів;
- домінування технологій прискореного бродіння, що не

забезпечують достатньої біохімічної зрілості тіста.

Ще однією важливою тенденцією є зростання попиту на продукцію дієтичного та функціонального спрямування. Сучасний споживач демонструє інтерес до оздоровчих хлібобулочних виробів, зокрема — безглютенових, зернових, бездріжджових, зниженої калорійності, із вмістом клітковини, вітамінів та мінералів. Особливо актуальним є виробництво продукції для людей із целиакією, глютенною чутливістю або харчовими алергіями. Проблема наявності «прихованого глютену» в готових продуктах вимагає ретельного контролю рецептури та сировини.

За даними соціологічних досліджень, понад 60 % споживачів при виборі хлібобулочних виробів орієнтуються на смак, якість і ціну, близько 45 % — на наявність оздоровчих властивостей, тоді як екологічність, бренд або упаковка відіграють другорядну роль.

Розширення асортименту хлібобулочних виробів сьогодні здійснюється переважно за рахунок введення нетрадиційної сировини (зернові суміші, овочеві пюре, кисломолочні продукти, спеції тощо). Водночас розробка нових технологічних підходів, зокрема щодо використання заквасок і ферментованих основ, залишається перспективною і недооціненою сферою розвитку. Активне впровадження національних традицій, зокрема технологій на основі заквасок, дозволить не лише покращити якість продукції, а й зменшити потребу у синтетичних поліпшувачах, підвищити біозасвоюваність виробів та задовольнити попит на автентичні українські продукти.

Таким чином, у контексті розвитку хлібопекарської галузі України одним із перспективних напрямів є розробка нових рецептур із використанням традиційних заквасок, інноваційної сировини та оздоровчих компонентів. Це відповідає сучасним вимогам до харчування, сприяє забезпеченню продовольчої безпеки та формуванню культури споживання хлібобулочних виробів нового покоління.

1.3 Закваски спонтанного бродіння в хлібопеченні України та світу

Закваска являє собою напівфабрикат хлібопекарського виробництва, що утворюється внаслідок бродіння поживного середовища, представленого водно-борошняною суспензією, за участю молочнокислих бактерій (МКБ) та/або дріжджових мікроорганізмів, здатних синтезувати специфічні метаболіти. Такий напівфабрикат характеризується тим, що мікрофлора перебуває в активному стані життєдіяльності, визначаючи основні біотехнологічні властивості закваски.

У традиційних національних технологіях виробництва хліба закваски виконували роль природних розпушувачів тіста. Проте з розвитком промислового виробництва та створенням перших хлібопекарських дріжджових заводів у XIX столітті домінуюче місце зайняли комерційні культури дріжджів. Для автентичного способу приготування хліба також було характерним спонтанне заквашування водно-борошняної суміші із залученням додаткових компонентів — соломи, хмелю та інших органічних матеріалів — що сприяло запуску ферментаційних процесів. За такого підходу закваска не лише сприяє отриманню виробів із вираженими смаковими й ароматичними властивостями, але й дозволяє зберегти та інтенсифікувати біоактивні складові сировини в процесі технологічної обробки.

Водночас технології виробництва хліба на основі заквасок відзначаються значною складністю, обумовленою багатоступеневістю ферментаційних процесів та їх взаємозалежністю від численних нестабільних вхідних параметрів, у першу чергу — якості сировини, що використовується для заквашування.

Активність мікрофлори заквасок значною мірою визначається вихідними показниками борошна, передусім його вологістю та автолітичною активністю. Було встановлено, що підвищення автолітичної активності та вмісту вологи сприяє утворенню активної закваски з високими біотехнологічними характеристиками, оскільки під час бродіння більша частина сухих речовин переходить у водорозчинний стан, стаючи доступною для мікрофлори як джерело поживних речовин.

Показники якості закваски також залежать від сорту борошна. Дослідження пшеничних заквасок, виготовлених на основі борошна вищого та першого сортів, продемонстрували, що закваски на основі борошна першого сорту мали вищу підйомальну силу та активну мікрофлору, що, ймовірно, пов'язано з підвищеним вмістом харчових волокон, макро- і мікроелементів, необхідних для живлення мікробних популяцій.

Температурний режим бродіння також істотно впливає на формування домінуючої мікрофлори. Так, при бродінні за 23 °C домінував штам *Leuconostoc citreum*, тоді як при 30 °C та 37 °C — *Lactobacillus fermentum*. При цьому вид *Lactobacillus sanfranciscensis* не був виявлений, що свідчить про те, що вихідне борошняне середовище не є джерелом цього специфічного штаму.

Тип борошна як поживного середовища також визначає біотехнологічні властивості закваски. При використанні *Lactobacillus plantarum* для заквашування різних видів борошна (пшеничного, ячмінного, вівсяного) встановлено варіабельність показників кислотності, швидкості росту мікробіоти та метаболізму вуглеводів, які загалом були високими. Рекомендовані дози таких заквасок — 5–10% для пшеничного, 5–20% для ячмінного та 5–15% для вівсяного борошна — сприяють зниженню вмісту акриламідів в готовому хлібі.

Серед основних переваг застосування заквасок у технології хлібопекарського виробництва вказують на підвищення кислотності та прискорення дозрівання тіста; пригнічення розвитку патогенної мікрофлори,

зокрема збудників картопляної хвороби; здатність розпушувати тісто без додавання пресованих дріжджів; покращення забарвлення скоринки внаслідок меланоїдогеннізації; позитивний вплив на реологічні властивості тіста; подовження терміну зберігання виробів; підсилення смако-ароматичних характеристик та покращення перетравлювання продукції в організмі людини.

Деякі наукові джерела також зазначають, що процес заквашування може сприяти утворенню природних консервантів — бактерицидних пептидів, антифунгальних та інших антимікробних сполук; підвищенню біодоступності мінеральних елементів шляхом активації фітази; зниженню глікемічного індексу виробів; а також слугувати смаковим підсилювачем за рахунок молочної кислоти з можливістю зменшення кількості солі та цукру в рецептурах.

У дискретних режимах виробництва, типовому для підприємств малої потужності, вигідним є використання заквасок-підкислювачів; проте органічні кислоти в їх складі можуть негативно впливати на життєдіяльність дріжджових клітин і органолептичні показники готових виробів, а також мають вищу вартість, хоч і відрізняються зручністю застосування.

Основна відмінність між спонтанними заквасками та заквасками на чистих культурах полягає в домінуючій мікрофлорі: перші формуються під впливом природної мікрофлори вихідної сировини, тоді як другі створюються за участю цілеспрямовано підібраних та селекціонованих штамів мікроорганізмів.

Спонтанні закваски мають низку переваг, серед яких — спрощення технології приготування, відсутність потреби у придбанні чистих культур, економія виробничих площ та устаткування, мобільність виробництва, а також ефективність для автентичних традиційних хлібобулочних виробів ремісничого типу. Можливість періодичного приготування та консервування спонтанних заквасок забезпечує їх адаптацію до змінних режимів

виробництва, оперативно реагуючи на ринковий попит на різні сорти продукції.

Технології спонтанного бродіння широко застосовуються для виготовлення елітних хлібобулочних виробів з комплексними рецептурами, що включають нетрадиційні види сировини з функціональними властивостями. Такі технології, хоч і потребують високої кваліфікації персоналу, є оптимальними для малих пекарень, міні-виробництв, ресторанних комплексів та об'єктів обслуговування, де обсяги виробництва обмежені, а якість продукції має пріоритет.

Використання компонентів з антисептичними властивостями, таких як хміль чи аніс, дозволяє підвищити мікробіологічну стабільність заквасок, що особливо актуально при високому ризику контамінації сировини. Проте впровадженню цих технологій перешкоджає брак глибокої теоретичної бази, недостатня систематизація знань про закономірності розвитку мікрофлори та механізми біохімічних процесів у заквасочних системах.

Аналіз літературних джерел свідчить, що в Україні більшість досліджень зосереджена на житніх та пшеничних спонтанних заквасках; дослідження ефективності різних добавок і нетрадиційних видів борошна свідчать про перспективність таких напрямів. Вітчизняні науковці встановили позитивний вплив фітодобавок та пророщеного зерна на мікробіологічну стійкість та технологічні властивості заквасок, що робить їх ефективними напівфабрикатами для виробництва хліба.

Зокрема, експериментальні дані показали, що закваски, збагачені екстрактами хмелю або рослинними інгредієнтами, мають підвищену концентрацію вільних амінокислот, активність фітази та антиоксидантні властивості. Дослідження мікрофлори спонтанних заквасок з різних видів борошна виявили широкий спектр молочнокислих бактерій і дріжджів, домінування яких залежало від типу сировини та умов ферментації.

У зарубіжних роботах продемонстровано, що спонтанні закваски можуть утворювати стійкі мікробіологічні спільноти при тривалому

щоденному розведенні, а додавання рослинних субстратів сприяє стабілізації мікрофлори та підвищенню ефективності. Також доведена перспективність використання нетрадиційних поживних середовищ, включно з гречаним, кукурудзяним або комбінованими безглютеновими сумішами, що сприяє підвищенню харчової цінності та покращенню органолептичних показників готової продукції.

Таким чином, проведені дослідження підтверджують, що подальше вивчення процесів формування та ведення заквасок, особливо спонтанних, є актуальним і необхідним для оптимізації технологій хлібопекарського виробництва та розробки нових рецептур оздоровчих і функціональних хлібобулочних виробів.

1.4 Фруктові закваски у технології бездріжджового хліба: характеристика, переваги та специфіка використання

У сучасних умовах зростаючого попиту на натуральні, функціональні та бездріжджові продукти харчування, особливу увагу привертає використання фруктових заквасок у хлібопеченні. Такі закваски є альтернативою традиційним хлібопекарським дріжджам, забезпечуючи природне розпушення тіста, підвищення біологічної цінності продукту, збагачення аромато-смакових властивостей, а також подовження терміну зберігання готового виробу.

Фруктові закваски отримують шляхом ферментації водно-фруктового середовища, насиченого природними цукрами, дикою мікрофлорою та біоактивними сполуками, які стимулюють розвиток молочнокислих бактерій (МКБ) і дріжджів. Серед найпоширеніших варіантів таких заквасок — закваска на яблучній воді та левіто мадре (*lievito madre*) — італійська закваска з високою гідратацією, що може бути адаптована до ферментації на фруктових середовищах.

Закваска на яблучній воді

Яблучна вода отримується шляхом настоювання нарізаних свіжих яблук (або яблучного жмиху) у воді при кімнатній температурі протягом 2–4 діб. У результаті цього процесу утворюється середовище, збагачене природними цукрами, дикою мікрофлорою, органічними кислотами (зокрема яблучною кислотою) та антиоксидантами.

Під час ферментації яблучної води формується сприятлива мікробна екосистема, представлена молочнокислими бактеріями (*Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp.) та дріжджами (*Saccharomyces* spp., *Pichia* spp.), що є основою для створення закваски. Така закваска відзначається м'яким фруктовим ароматом, помірною кислотністю (pH \approx 3.5–4.0), стабільним розвитком мікрофлори та легкою адаптивністю до різних типів борошна.

Переваги яблучної закваски:

- природне джерело дикої мікрофлори;
- помірна кислотність, що сприяє формуванню гармонійного смакового профілю;
- антиоксидантна активність за рахунок поліфенолів;
- легкість у приготуванні та підтримці.

Недоліком є відносно тривалий період виведення та необхідність ретельного контролю за мікробіологічною стабільністю.

Закваска левіто мадре (lievito madre)

Левіто мадре — це традиційна італійська тверда закваска, яка має низький ступінь гідратації (40–50%) і зазвичай формується на основі пшеничного борошна з додаванням фруктової води (виноградної, яблучної, іноді інжирової або ізюмової). Її особливістю є багаторічне "ведення", регулярне оновлення та інтенсивний контроль температурного режиму.

Мікробний склад левіто мадре формується внаслідок тривалого доместикаційного процесу і включає специфічні штами молочнокислих бактерій (наприклад, *Lactobacillus sanfranciscensis*, *L. brevis*, *L. plantarum*) та дріжджів (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida milleri*), що забезпечують

стабільне бродіння, високу підймальну силу та утворення складного аромато-смакового профілю.

Використання фруктової води на стартовому етапі формування левіто мадре значно покращує його стартові біотехнологічні характеристики, сприяє активації мікрофлори та формуванню органолептичних властивостей майбутнього хліба.

Переваги левіто мадре:

- висока стабільність мікробіоти;
- підвищена підймальна сила тіста;
- мінімальна кислотність, що зберігає легкий смак хліба;
- можливість використання у рецептурах без додаткових розпушувачів;
- подовження терміну свіжості виробів.

Основними недоліками є складність у догляді, необхідність багаторічного "ведення", а також складний процес виведення, що потребує досвіду та дотримання строгої технології.

Таблиця 1.1 - Порівняльна характеристика заквасок

Параметр	Яблучна закваска	Левіто мадре
Тип гідратації	Висока (100%)	Низька (40–50%)
Стартове середовище	Яблучна вода	Борошно + фруктова вода
Основні мікроорганізми	МКБ, дикі дріжджі	<i>L. sanfranciscensis</i> , <i>S. cerevisiae</i>
Кислотність	Середня	Низька
Аромат	Фруктовий, кислуватий	М'який, складний
Тривалість виведення	5–7 днів	До 15 днів і більше
Складність у догляді	Помірна	Висока
Придатність для	Висока	Висока

Таким чином, обидва види фруктових заквасок — як яблучна вода, так і левіто мадре — є ефективними засобами природного бродіння у технології бездріжджового хліба. Вибір між ними залежить від бажаного смакового профілю, виробничих потужностей, цільового сегменту споживачів та ресурсної бази підприємства. У сучасних умовах ці закваски можуть слугувати основою для створення унікальних рецептур хлібобулочних виробів з високою доданою вартістю.

Фруктові закваски у сучасному хлібопеченні становлять перспективний напрямок, що поєднує традиційні біотехнології з актуальними запитами споживача на натуральні, бездріжджові, функціональні продукти. Як засіб природного ферментування, вони здатні забезпечити не лише розпушення тіста, а й суттєво покращити смако-ароматичний профіль виробів, їхню біологічну цінність, органолептичні властивості та терміни зберігання.

Закваска на яблучній воді, завдяки помірній кислотності (рН 3.5–4.0), м'якому фруктовому аромату та здатності стабільно підтримувати активну мікрофлору, є однією з найбільш придатних для початківців у сфері бездріжджового хлібопечення. Вона легко адаптується до різних типів борошна, демонструє стабільну ферментативну активність та формує приємні органолептичні характеристики готового хліба. Водночас, її використання сприяє підвищенню антиоксидантної активності продукту за рахунок біоактивних сполук яблук.

Левіто мадре, як традиційна італійська форма твердої закваски, відзначається складнішим механізмом виведення і ведення, проте надає продуктам унікального характеру. Завдяки високій стабільності мікробіоти, низькій кислотності (рН 4.0–4.4) та здатності до формування складного ароматичного букету, ця закваска ідеально підходить для виробництва хліба преміального та ремісничого сегменту. Її адаптація до ферментації на фруктовій воді (виноградній, яблучній) дає змогу створити потужне стартове

середовище, збагачене природними цукрами та дикою мікрофлорою, що сприяє швидкому старту закваски та підвищенню її біотехнологічної активності.

Оцінка фізико-хімічних параметрів наведених заквасок засвідчує їхню практичну придатність для технологій без додавання промислових дріжджів. Закваска на яблучній воді демонструє середній рівень кислотності при високій газоутворювальній активності, тоді як левіто мадре забезпечує повільне, контрольоване бродіння з низькою кислотністю, що дозволяє зберегти м'який смаковий профіль хліба (Таблиця 2.1).

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика фізико-хімічних параметрів фруктових заквасок

Параметр	Яблучна закваска	Левіто мадре
Кислотність, рН	3.5–4.0	4.0–4.4
Консистенція	Рідка (100% гідратація)	Тверда (50% гідратація)
Газоутворення	Інтенсивне	Повільне, стабільне
Основні штами МКБ	<i>L. plantarum</i> , <i>Leuconostoc spp.</i>	<i>L. sanfranciscensis</i> , <i>L. brevis</i>
Присутні дріжджі	<i>S. cerevisiae</i> , <i>Pichia spp.</i>	<i>S. cerevisiae</i> , <i>C. milleri</i>
Аромат	Фруктовий, кислуватий	Складний, хлібний
Тривалість виведення, діб	5–7	10–15

Інтенсивність ферментації фруктових заквасок залежить від багатьох чинників, зокрема температурного режиму, якості сировини, регулярності підживлення та активності мікрофлори. При дотриманні технологічних параметрів і умов зберігання, обидва типи заквасок можуть забезпечити стабільну якість хлібобулочних виробів, а також відчутну сенсорну унікальність кожної партії продукції.

Отже, застосування фруктових заквасок у хлібопекарській галузі — це не лише інструмент для виробництва бездріжджового хліба, але й спосіб створення індивідуального, характерного смакового профілю виробів. Їхнє використання відкриває широкі можливості для інноваційного підходу у технології натурального хліба, дозволяючи поєднати традиції, сучасні біотехнології та потреби здорового харчування.

1.5 Корисні властивості хеномелесу та перспективи його використання як сировини для виведення закваски

Хеномелес (*Chaenomeles japonica*) — це листопадний чагарник родини Rosaceae, плоди якого характеризуються вираженою кислинкою, ароматністю і високою концентрацією біологічно активних речовин. Історично плоди цього виду рослини використовувалися в народній медицині та раціоні харчування. Сучасні наукові дослідження підтверджують, що хеномелес є джерелом сполук із високою біологічною цінністю, що обумовлює його перспективне застосування у харчовій і функціональній продукції, зокрема як сировина для ферментаційних систем — заквасок та стартерів у виробництві хлібобулочних виробів.

Хімічний склад плодів хеномелесу багатий на різноманітні компоненти, які формують як їх органолептичні властивості, так і потенціал для функціонального використання. Основними групами біоактивних сполук є органічні кислоти, фенольні сполуки, вітамін С, мікроелементи, амінокислоти, тритерпени та інші вторинні метаболіти. Саме високий вміст органічних кислот (зокрема яблучної, хлорогенової та інших), поліфенолів та антиоксидантів визначає виражену антиоксидантну активність плодів.

Таблиця 1.3 – Основні біоактивні компоненти плодів *Chaenomeles*

jaronica та їх функціональна значимість

Група сполук	Приклади сполук	Потенційна функціональна роль
Органічні кислоти	Яблучна, хлорогенова, лимонна	Антиоксидантна активність, кислотність закваски
Фенольні сполуки	Поліфеноли	Антиоксидантна, протизапальна дія
Вітамін С (аскорбінова кислота)	Аскорбінова кислота	Імуномодуляція, антиоксидант
Тритерпени	Олеанолова кислота та похідні	Протизапальна та гепатопротекторна дія
Мікроелементи	Fe, Cu, Zn, Mn	Метаболічні процеси, ферментативна активність
Амінокислоти	Всі незамінні амінокислоти	Поживна цінність, субстрат для мікрофлори

Джерела сучасних досліджень зазначають, що плоди хеномелесу мають потужну антиоксидантну активність, про що свідчить високий вміст фенольних сполук та здатність нейтралізовувати вільні радикали. Це робить його перспективним компонентом для функціональних харчових продуктів та харчових добавок, а також для середовищ ферментації, де антиоксидантний потенціал може підтримувати мікробіологічну стабільність і сприятливі умови для росту корисної мікрофлори.

Хеномелес також продемонстрував антимікробну активність, зокрема проти грампозитивних бактерій, що може бути пов'язано з присутністю фенольних та органічних кислот, які можуть пригнічувати розвиток патогенних штамів мікроорганізмів, підвищуючи тим самим безпеку і стабільність ферментаційних процесів.

Загальні терапевтичні властивості плодів хеномелесу включають антиоксидантну дію, протизапальні властивості, потенційну гепатопротекторну дію, а також можливе сприятливе впливання на стан кишкової мікробіоти. Деякі дослідження *in vivo* та *in vitro* вказують на

потенційну роль хеномелесу у підтримці регуляції ваги, допомозі при метаболічних розладах, таких як діабет, а також у зниженні ризику деяких патологій.

Розглядаючи перспективу використання хеномелесу як сировини для виведення закваски, доцільно враховувати, що комплекс органічних кислот, фенольних сполук, вітаміну С та інших біоактивних компонентів створює насичене поживне середовище, яке містить не лише субстрати для ферментації, але й фактори, що можуть стимулювати розвиток молочнокислих бактерій та дикої мікрофлори. У таблиці 1.4 приведено порівняльні параметри поживних властивостей хеномелесу та інших типової заквасочної сировини (виноградної та яблучної води).

Таблиця 1.4 – Порівняльні функціональні параметри плодів *Chaenomeles japonica* та традиційних фруктових середовищ

Показник	Хеномелес (плоди)	Яблучна вода	Виноградна вода
Органічні кислоти (багатство)	Високий	Середній	Середній
Фенольні сполуки	Високий	Помірний	Помірний
Антиоксидантна активність	Висока	Середня	Середня
Поживні субстрати для МКБ	Високі (цукри + кислоти)	Помірні	Високі (цукри)
Посилення аромату	Виражене	Легке	Характерне

Характерно, що хеномелес не лише містить значну кількість органічних кислот та фенольних сполук, але й відрізняється якісною композицією цукрів та пектинових речовин, які можуть бути метаболізовані мікроорганізмами закваски, стимулюючи їх активність і сприяючи формуванню виражених смакових та ароматичних властивостей готового продукту.

Важливо також відзначити, що інтеграція функціональних

компонентів хеномелесу у середовище закваски може позитивно впливати на фізико-хімічні показники тіста та готових хлібобулочних виробів, зокрема на кислотність, пористість, смак і тривалість зберігання, що підтверджується окремими дослідженнями щодо включення плодів або їх екстрактів у харчові напівфабрикати.

У комплексі зазначені властивості хеномелесу вказують на його перспективність як сировини для виведення закваски з підвищеною функціональною цінністю: підвищена антиоксидантна активність зумовлює стабільність мікрофлори, органічні кислоти сприяють оптимальній кислотності середовища для ферментації, а природна композиція біоактивних сполук може впливати на сенсорні якості кінцевого продукту. Таке поєднання чинників створює передумови для використання хеномелесу у виробництві бездріжджового хліба з оздоровчим профілем продукції, що відповідає сучасним вимогам до функціонального харчування.

Одним із ключових чинників, що визначають перспективність хеномелесу як сировини для виведення закваски, є його вплив на склад та динаміку розвитку мікрофлори ферментаційного середовища. Мікробіота заквасок формується переважно з представників молочнокислих бактерій (МКБ) та дріжджів, здатних розвиватися у середовищі з помірною кислотністю, доступними вуглеводами, фенольними сполуками та антиоксидантами.

Біоактивні компоненти хеномелесу, зокрема органічні кислоти (яблучна, хлорогенова, лимонна), відіграють важливу роль у формуванні кислотності середовища на ранніх етапах ферментації. Вони знижують рН середовища до рівнів, оптимальних для росту таких МКБ, як *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus*, пригнічуючи при цьому розвиток умовно-патогенних та гнильних бактерій. Це сприяє стабілізації мікробного складу закваски вже з перших циклів ферментації.

Крім того, фенольні сполуки, притаманні хеномелесу (наприклад, катехіни, хлорогенова кислота), мають селективний антимікробний ефект. У

низьких концентраціях вони не пригнічують розвиток корисної мікрофлори, а, навпаки, можуть стимулювати активність ферментів молочнокислих бактерій, впливаючи на інтенсивність перетворення вуглеводів і біосинтез органічних кислот. У вищих концентраціях фенольні речовини можуть гальмувати ріст дріжджів, тому для створення ефективної ферментаційної системи доцільним є попереднє розведення хеномелесової води до рН \approx 3.0–3.2, що забезпечує баланс між стимулюючим та інгібуючим ефектами.

Аскорбінова кислота (вітамін С), присутня у значній кількості в плодах хеномелесу (до 120 мг/100 г), відіграє роль антиоксиданту, який захищає мікроорганізми від окисного стресу під час ферментації, особливо у тривалих процесах. Це дозволяє підтримувати життєздатність мікрофлори протягом усього циклу розведення закваски та у процесі зберігання. У поєднанні з пектинами та іншими полімерними вуглеводами, які виступають джерелом енергії для мікроорганізмів, вітамін С сприяє формуванню високої ферментативної активності.

Таблиця 1.5 – Потенційний вплив основних компонентів хеномелесу на мікрофлору закваски

Компонент хеномелесу	Мікробіологічна дія	Очікуваний ефект у заквасці
Яблучна кислота	Підкислення середовища, стимуляція МКБ	Формування сприятливого рН для росту LAB
Хлорогенова кислота	Антиоксидант, селективна антимікробна активність	Пригнічення умовно-патогенних бактерій
Аскорбінова кислота	Антиоксидантний захист клітин	Підвищення життєздатності LAB та дріжджів
Поліфеноли	Антибактеріальна дія у високих дозах	Потреба у регулюванні концентрації (через розведення)
Пектини	Пребіотична дія, джерело вуглеводів	Субстрат для активного росту LAB
Цукри	Джерело енергії для мікроорганізмів	Підвищення швидкості ферментації

Таким чином, плодова вода з хеномелесу виступає не лише як середовище для розведення, а як активний біологічний модифікатор ферментаційного процесу, що забезпечує:

- сприятливе середовище для домінування молочнокислих бактерій;
- контрольований ріст дріжджової мікрофлори;
- підвищену антиоксидантну стабільність закваски;
- довший термін збереження активності культури.

Підсумовуючи, хеномелес можна розглядати як інноваційну сировину з біофункціональними властивостями, яка відкриває нові можливості у сфері натуральних заквасок для бездріжджового хлібопечення. Його застосування дозволяє отримати стабільну ферментативну систему з потенціалом подовженого терміну придатності, збалансованим мікробним складом і вираженими органолептичними властивостями готових виробів.

Висновки до розділу 1

1. Хлібопекарська галузь України зберігає високий виробничий потенціал, однак зазнає впливу негативних економічних чинників. Попри наявність розвиненої інфраструктури та мережі підприємств різної потужності, галузь стикається з проблемами, пов'язаними зі зниженням купівельної спроможності населення, нестабільністю постачання сировини, енергетичними кризами та логістичними обмеженнями. У цих умовах відбувається трансформація структури виробництва, зокрема зростає роль мініпекарень та ремісничих хлібозаводів, які орієнтуються на випуск свіжої, натуральної та індивідуалізованої продукції.

2. Закваски спонтанного бродіння залишаються перспективною біотехнологічною основою для натурального хлібопечення. Формування заквасок на основі природної мікрофлори дозволяє отримати вироби з покращеними реологічними та органолептичними властивостями без

використання промислових дріжджів. Такі закваски забезпечують природне підкислення тіста, покращення аромато-смакових характеристик, зниження глікемічного індексу продукції, подовження терміну її зберігання та підвищення біодоступності поживних речовин.

3. Фруктові закваски, зокрема на основі яблучної води та левіто мадре, мають високий потенціал як природні ферментаційні системи. Вони формуються шляхом активації дикої мікрофлори у середовищі, збагаченому цукрами, кислотами та антиоксидантами. Яблучна закваска вирізняється легкістю приготування, стабільністю та вираженим ароматом, тоді як левіто мадре забезпечує повільну, контрольовану ферментацію з формуванням складного смакового профілю та тривалим терміном збереження хліба. Обидва типи є ефективними у ремісничих технологіях бездріжджового хліба.

4. Хеномелес (*Chaenomeles japonica*) є біологічно цінною сировиною з потужним ферментаційним потенціалом. Завдяки високому вмісту органічних кислот, поліфенолів, аскорбінової кислоти та пектинових речовин, плоди хеномелесу здатні створювати поживне середовище, сприятливе для розвитку молочнокислих бактерій. Їх антиоксидантна та антимикробна дія забезпечує стабільність мікрофлори заквасок, покращує їх функціональні властивості та сприяє виробленню хлібобулочних виробів з підвищеною харчовою цінністю.

5. Використання хеномелесу як основи для виведення закваски сприяє формуванню ефективного біотехнологічного середовища, що відповідає сучасним вимогам функціонального хлібопечення. Розведення плодового настою до контрольованого рівня кислотності дозволяє активізувати розвиток бажаної мікрофлори, одночасно пригнічуючи патогенні мікроорганізми. Такі закваски демонструють високу стабільність, виражені органолептичні властивості та тривалий термін зберігання готової продукції, що є важливими характеристиками для реалізації інноваційних підходів у виробництві хліба без дріжджів.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 План проведення досліджень

У рамках досліджень, що виконувалися на кафедрі технологій харчових виробництв і ресторанного господарства Полтавського університету економіки і торгівлі (ПУЕТ), була побудована логічно структурована послідовність аналітичних та експериментальних етапів. Основна увага отримана на вивчення впливу різних типів водних середовищ (яблучної та хеномелесової води) як основ для виведення натуральних заквасок і подальший вплив цих заквасок на якість бездріжджового хліба. Завдання включали оцінювання фізико-хімічних властивостей вихідної сировини, мікробіологічної активності заквасок, параметрів ферментації, а також якості тіста і готових виробів.

Проведення роботи передбачало використання сучасних лабораторних ресурсів, серед яких — обладнання кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного господарства ПУЕТ, що дозволило забезпечити високу точність вимірювань та відповідність методичних підходів міжнародним стандартам.

2.4. Об'єкти та матеріали досліджень

В експериментальній частині досліджень основну увагу приділено визначенню фізико-хімічних показників пшеничного борошна торгової марки «Зернарі» першого сорту, яке використовувалось як модельне середовище для виведення заквасок та оцінювання їх впливу на властивості хлібобулочних виробів.

У таблицях також наведено порівняння фізико-хімічних параметрів яблучної та хеномелесової води, які використовувалися як основи для формування фруктових заквасок.

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні показники пшеничного борошна (ТМ «Зернарі»)

Показник	Значення
Масова частка вологи, %	13,8 ± 0,3
Кислотність, °Н	3,2 ± 0,2
Число падіння, с	310 ± 5
Газоутворювальна здатність, см ³ /100 г	1380 ± 20
Вміст сирової клейковини, %	27,4 ± 0,5
Індекс динамічної клейковини (ІДК), од.	80 ± 3
Розтяжність, см	12,3 ± 0,4

Примітка: середньоарифметичні значення на основі трьох повторів; рівень значущості $p \geq 0,95$; відтворюваність $\delta = 3-5\%$.

Якість зазначеного борошна відповідає вимогам, що пред'являються до пшеничного борошна першого сорту, і характеризується високою здатністю до газоутворення та достатньою клейковинною активністю, що визначає його придатність для досліджень ферментації та виробництва хліба.

Таблиця 2.2 – Фізико-хімічні характеристики яблучної та хеномелесової води як середовищ для закваски

Показник	Яблучна вода	Хеномелесова вода (розведена 1:5)
Кислотність, рН	3,5–4,0	3,0–3,2
Загальна кислотність, °Н	4,2 ± 0,1	5,8 ± 0,2
Цукри (екв. глюкози), г/л	25,0 ± 0,8	18,5 ± 0,7
Антиоксидантна активність (DPPH), % інгібування	45 ± 2	62 ± 3
Загальна кількість фенолів, мг GAE/100 мл	110 ± 5	180 ± 8
Мікробіологічна активність*	Середня	Висока

Мікробіологічна активність оцінювалася на основі інтенсивності

росту молочнокислих бактерій у тестових умовах (інтенсивність газоутворення, рН-зміни, коефіцієнт ферментації).

Отримані дані свідчать про те, що яблучна вода є сприятливим середовищем із помірною кислотністю та вмістом цукрів, що забезпечує активний розвиток природної мікрофлори при виведенні закваски. Хеномелесова вода, хоча й характеризується нижчими концентраціями цукрів, має суттєво вищу антиоксидантну активність та сумарний вміст фенольних сполук, що робить її перспективною як функціональне середовище для розвитку специфічної мікрофлори заквасок із підвищеною біостабільністю.

Для виведення заквасок використовували адаптовані методики, що включали початкове витримування водних середовищ (яблучної або хеномелесової води) з додаванням пшеничного борошна ТМ «Зернарі» у співвідношенні 1:1 (за масою) на 24 год при температурі 25 ± 1 °С з подальшим щоденним підживленням протягом 5–7 днів. Вміст розведеної хеномелесової води було попередньо скориговано до рН 3,0–3,2 для уникнення пригнічення мікроорганізмів через надмірну кислотність. Активність закваски оцінювали за зміною рН, газоутворенням та об'ємом збільшення середовища.

Експериментальні закваски були використані для приготування бездріжджового хліба з пшеничного борошна ТМ «Зернарі». Визначались параметри тіста (фіксовані по вмісту вологи, кислотності і тривалості бродіння) та якості випечених виробів (пористість, об'єм, органолептичні показники).

У подальших розділах роботи буде наведено повний аналіз впливу типу середовища закваски (яблучне проти хеномелесового) на технологічні параметри тіста і якість хліба, що дозволить обґрунтувати вибір оптимальної технології ферментації для виробництва хліба оздоровчого спрямування на основі фруктових заквасок.

2.5 Методи досліджень

Якість сировини, що використовували в дослідженнях, аналізували за загальноприйнятими та спеціальними методиками. Відбір проб і виділення середньої проби сировини проводили згідно ДСТУ ISO 13690-2003 [166].

Було визначено показники якості борошна:

- органолептичні (колір, запах, смак) – згідно методик [167];
- масову частку вологи – прискореним методом висушування в сушильній шафі СЕШ-3М [168];

- кислотність – «за водною бовтанкою» в присутності індикатора [169];

- відмивання клейковини проводили за ДСТУ ISO 21415-1:2009

[170], досліджували її якість – за методиками [167];

- крупність – за допомогою лабораторного розсіву РЛУ-3 [168];
- число падіння – за методикою з ДСТУ ISO 3093:2009 [171].

Було досліджено технологічні властивості борошна:[172];

- водопоглинальну здатність (ВПЗ) – методом центрифугування
- газоутворювальну здатність – волюмометричним методом на

приладі АГ-1М [169];

- формоутримувальна здатність тіста з борошняних сумішей - методом розпливання кульки тіста, за зміною її діаметра в процесі ферментації за температури 30 °С протягом 180 хв [167];

Показники якості хліба визначали через 4...72 год після проведення пробного випікання в лабораторних та виробничих умовах стандартними методами.

Визначення органолептичних показників якості готових виробів проводили згідно методик [182].

Масову частку вологи хліба визначали стандартним прискореним методом висушування в шафі СЕШ-2М, кислотність - арбітражним методом за ДСТУ 7045:2009 [183]. Об'єм хліба визначали за допомогою приладу марки ОХЛ [167]. Формостійкість (відношення висоти подового хліба (Н), до його діаметра (D) вимірювали на приладі ІФК [169]. Пористість визначали на приладі Журавльова за методикою [99].

Тривалість збереження хлібом свіжості оцінювали протягом його зберігання 4, 24 та 48 год за зміною структурно-механічних властивостей на пенетрометрі АП-4/1. Крихкуватість хліба та кількість води, яку поглинає м'якушка хліба визначали за методиками [19].

Для визначення мікробіологічних показників якості готових виробів проводили розведення подрібненої наважки хліба до 10^4 . Метод визначення КМАФам полягає в кількісному підрахунку колоній мікроорганізмів, що виростають на поверхні мясопептонного агару протягом 72 год за температури (30 ± 2) °С. Для визначення кількості пліснявих грибів проби висівали на середовище Сабуро, підраховуючи утворені колонії через 3-5 діб (температура (22 ± 2) °С). Патогенні мікроорганізми визначали методом прямого посіву проб на середовище Ендо (температура (30 ± 2) °С, тривалість – 24-48 год) [14].

Для виявлення картопляної хвороби при випічці хліба використовували партію борошна, заражену картопляною хворобою. Для дослідження стійкості виробів до плісняви та розвитку картопляної палички їх зберігали загорнутими в вологий папір за температури $(37 \pm 0,5)$ °С протягом 36-72 год [14].

Розрахунок харчової та енергетичної цінності розроблених виробів визначали за Інструкцією І-158.00389676.012:2009 «Розрахунок поживної та енергетичної цінності хлібобулочних виробів» [15].

Інтегральний скор хліба розраховували як відсоток покриття добової потреби в основних харчових речовинах та енергії за рахунок споживання 277 г хліба (добова норма вживання хліба, зазначена в «споживчому

кошику») за методикою [19].

Оптимізацію технологічних факторів приготування заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в циклах розвідному тавиробничому виконували методом експериментально-статистичного моделювання із застосуванням планів багатофакторного експерименту із взаємозалежними змінними, використовуючи метод Бокса-Уілсона. Такий план реалізує всі можливі неповторні комбінації так званих рівнів варіювання незалежних змінних, що забезпечує достовірність програмування величини критерію оптимальності. Такі задачі відносяться до класу «Технологія – Властивість» (Т – Q).

Одержані математичні моделі дають змогу використовувати їх для оптимізації технологічних процесів: визначити максимум і мінімум критеріїв оптимальності, відповідні йому значення вхідних змінних, прогнозувати якість продукту і коригувати значення керуючих факторів. Для отримання рівняння регресії застосовували метод найменших квадратів. Експеримент завершувався статистичним обробленням результатів та одержанням математичних моделей. На підставі отриманих залежностей здійснювали графічну інтерпретацію математичних моделей [186, 187].

Для оброблення результатів реалізації експерименту використовували програмний пакет MS Excel та MathCad.

Якість хлібобулочних виробів оцінювали за профілограмами якості, які будували на основі визначення показників, що характеризують виріб, переведення одиниць вимірювання в безрозмірні одиниці, складання математичної моделі, розрахунок комплексного показника якості готових виробів. Математична модель комплексного показника якості є нелінійною функцією значень окремих показників якості виробу та відповідає площі багатокутника, в якому відстані від його центра до вершин рівні нормованим значенням окремих показників якості, побудовою діаграми [18].

Висновки до розділу 2

1. З метою наукового обґрунтування вибору інноваційних рецептурних інгредієнтів обрано та охарактеризовано сировину, використану в дослідженнях.
2. Наведено блок-схему комплексних досліджень.
3. Підбрано стандартні та спеціальні методики для визначення хімічного складу, фізико-хімічних та технологічних властивостей сировини, оцінки якості напівфабрикатів та готових виробів.
4. Висвітлено спеціальні методи досліджень.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНОГО ЕКСТРАКТУ ХЕНОМЕЛЕСУ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЧНИХ ЗАКВАСОК

Сучасний розвиток хлібопекарської галузі характеризується переходом до використання натуральних біологічних поліпшувачів, що дозволяють відмовитися від синтетичних добавок та інтенсифікувати процес дозрівання тіста. Серед розмаїття способів ініціації мікробіологічних процесів особливий науковий інтерес викликає застосування фруктових екстрактів як активаторів ферментації. У даному контексті перспективною, проте недостатньо вивченою сировиною є хеномелес японський (*Chaenomeles japonica*), який за своїм біохімічним складом суттєво відрізняється від традиційно використовуваних яблук або винограду.

3.1 Хеномелес: біологічна та хімічна характеристика

Плоди хеномелесу належать до родини Rosaceae та характеризуються високим вмістом органічних кислот, зокрема яблучної, хлорогенової, лимонної та інших. За даними досліджень, середній показник рН плодів хеномелесу становить 2,5–2,8, що вказує на високу природну кислотність продукту [1]. Також плоди містять значну кількість вітаміну С (аскорбінової кислоти), поліфенольних сполук та пектину, які мають антиоксидантну дію та позитивно впливають на органолептичні властивості готової продукції [2].

Завдяки високій концентрації біоактивних речовин та інтенсивному аромату, хеномелес активно використовується в харчовій промисловості для виготовлення джемів, сиропів, екстрактів, однак його застосування у ферментації та хлібопеченні досі є малодослідженим напрямом, що відкриває нові перспективи для удосконалення традиційних рецептур.

Основою для виведення закваски слугує водний настій плодів хеномелесу, отриманий шляхом замочування дрібно нарізаних плодів у

теплій воді протягом 3–5 днів у герметичній ємності за кімнатної температури. У результаті такого настоювання спостерігалось виділення природних цукрів, кислот та ароматичних сполук, а також розвиток дикої мікрофлори, що є передумовою для активації ферментативних процесів.

Однак, враховуючи високу кислотність вихідного продукту, безпосереднє використання хеномелесової води у чистому вигляді може пригнічувати розвиток мікроорганізмів, необхідних для формування стабільної закваски. Тому було прийнято рішення розводити хеномелесовий настій із питною водою у співвідношенні 1:5, що дозволило досягти оптимального рівня рН для активізації молочнокислих бактерій та дріжджів, зберігаючи при цьому характерний фруктовий аромат настою.

Важливою характеристикою плодів хеномелесу (*Chaenomeles japonica*), що визначає їх технологічну та біотехнологічну цінність, є фракційний склад органічних кислот і вуглеводів. Саме ці компоненти формують інтенсивність кислотності, смако-ароматичний профіль плодів та їх придатність як сировини для ферментаційних процесів, зокрема при виведенні натуральних заквасок.

Згідно з результатами хроматографічних досліджень, наведених у дисертаційних роботах Левченко Ю.В. та Горобець О.М., у плодах і вторинних продуктах переробки хеномелесу (вичавках, водних екстрактах) ідентифіковано обмежений, але біологічно значущий спектр цукрів і органічних кислот. Їх співвідношення зумовлює високу кислотність плодів за відносно невисокої загальної цукристості, що є характерною ознакою хеномелесу.

За даними високоефективної рідинної хроматографії встановлено, що вуглеводний комплекс хеномелесу представлений переважно моносахаридами, серед яких домінує фруктоза. Такий склад є сприятливим для розвитку молочнокислих бактерій, оскільки фруктоза легко залучається до метаболічних шляхів мікрофлори заквасок.

Таблиця 3.1 – Фракційний склад цукрів у плодах (вичавках) хеномелесу

Назва цукру	Вміст, г/100 г сухої речовини
Фруктоза	2,42
Сахароза	0,62
Глюкоза	0,61

Переважання фруктози над глюкозою та сахарозою пояснює м'яку солодкість плодів при загалом кислій смаковій характеристиці. Такий вуглеводний профіль сприяє контрольованому перебігу ферментації без різкого підвищення газоутворення, що є важливим при використанні хеномелесу у складі фруктових заквасок.

Органічні кислоти є визначальними компонентами хімічного складу хеномелесу. Саме вони формують високу титровану кислотність і низьке значення рН водних екстрактів плодів. Дослідження показали, що кислотний комплекс є полікомпонентним, проте з чітким домінуванням яблучної кислоти.

Таблиця 3.2 – Фракційний склад органічних кислот у плодах (вичавках) хеномелесу

Органічна кислота	Вміст, г/100 г сухої речовини
Яблучна	4,25
Хінна	1,33
Лимонна	0,14
Янтарна	0,09

Домінування яблучної кислоти визначає різко виражену кислинку хеномелесу та його здатність ефективно знижувати рН ферментаційного середовища. Наявність хінної кислоти зумовлює додаткові антиоксидантні властивості плодів і може позитивно впливати на стабільність мікрофлори

заквасок. Лимонна та янтарна кислоти присутні у значно менших кількостях, проте беруть участь у формуванні смакового балансу та метаболічних процесів мікроорганізмів.

Отримані дані свідчать, що поєднання високої концентрації яблучної кислоти з переважанням фруктози серед цукрів створює унікальні умови для використання хеномелесу як сировини для заквасок. Такий хімічний профіль сприяє:

- формуванню стабільної кислотності ферментаційного середовища;
- пригніченню розвитку небажаної мікрофлори;
- стимулюванню росту молочнокислих бактерій;
- формуванню характерного фруктово-кислого аромату готових виробів.

Таким чином, результати, отримані у дослідженнях Левченко Ю. В. та Горобець О. М., підтверджують доцільність використання плодів хеномелесу як перспективної функціональної сировини для створення фруктових заквасок у технології бездріжджового хліба.

3.2 Порівняння хеномелесової води з традиційними фруктовими середовищами для закваски

У процесі розробки рецептури було здійснено порівняльний аналіз різних типів натуральних ферментативних середовищ, які використовуються для виведення заквасок. До найбільш поширених належать яблучна та виноградна вода, які давно використовуються у традиційному хлібопеченні завдяки вмісту природних цукрів, дикої мікрофлори, ферментів та помірної кислотності, що забезпечує сприятливі умови для розвитку молочнокислих бактерій і дріжджів.

Натомість хеномелесова вода, яка отримується шляхом настоювання плодів айви японської у воді, вирізняється підвищеним вмістом органічних

кислот, особливо яблучної, та антиоксидантів, включно з вітаміном С і поліфенолами. Це створює інтенсивніше кисле середовище, що потенційно може мати як стимулювальний, так і стримувальний вплив на розвиток мікрофлори залежно від концентрації. Саме тому було застосоване розведення у співвідношенні 1:5, що дозволило знизити кислотність до рівня, оптимального для ферментаційних процесів.

Характеристики ферментативних середовищ подано в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 - Порівняльна характеристика фруктових вод для закваски

Назва середовища	Орієнтовний рН	Ароматичний профіль	Вміст органічних кислот	Природні мікроорганізми	Особливості використання
Яблучна вода	3.5 – 4.0	М'який, яблучний	Помірний	Наявні (дріжджі + LAB)	Легкий старт ферментації, стабільна
Виноградна вода	3.3 – 3.8	Солодкий, винний	Помірний	Високий вміст дріжджів	Швидкий старт, активне бродіння
Хеномелесова вода (1:5)	3.0 – 3.2	Насичений, кисло-фруктовий	Високий	Наявні (дріжджі + LAB)	Необхідне розведення, яскравий аромат

На основі наведених даних видно, що хеномелесова вода у розведеному стані має переваги у вигляді вищої концентрації біоактивних речовин, інтенсивного аромату та стійкого профілю органічних кислот. Це забезпечує потенційно вищу біологічну цінність готової закваски та хліба, виготовленого на її основі.

Однак використання такого середовища потребує ретельного контролю кислотності на етапі виведення закваски, оскільки занадто кисле середовище може пригнічувати розвиток корисної мікрофлори. У цьому

контексті доцільним є попереднє розведення настою до безпечного рівня рН, що дозволяє реалізувати переваги сировини без негативних наслідків для ферментаційного процесу.

Застосування хеномелесової води є інноваційним рішенням, що поєднує функціональні властивості плодів із потенціалом натуральної закваски для виробництва високоякісного хліба з унікальними органолептичними характеристиками.

3.3 Методика приготування закваски на основі хеномелесової води та її використання у виробництві хліба

У межах експериментальної частини дослідження, що проводились на кафедрі технологій харчових виробництв і ресторанного господарства Полтавського університету економіки і торгівлі, було обґрунтовано технологію використання водного настою плодів *Chaenomeles japonica* (хеномелесу) як активної біологічної основи для виведення пшеничної закваски. Вибір хеномелесу як нетрадиційного субстрату для ферментації був зумовлений комплексом біологічно активних сполук у його складі, зокрема високим вмістом органічних кислот, моно- та дисахаридів, ароматичних речовин, фенольних сполук, а також наявністю природної мікрофлори.

Відповідно до встановлених результатів (див. Таблиці 3.1, 3.2), фракційний склад органічних кислот хеномелесу, серед яких переважає яблучна кислота, створює кислотне середовище з початковим рівнем рН близько 2,5–2,8, що є надмірно агресивним для розвитку більшості фізіологічно активних штамів молочнокислих бактерій та дріжджів. Тому з метою оптимізації середовища було запроваджено стандартизоване розведення хеномелесового настою з питною водою у співвідношенні 1:5, що дозволило досягти рівня рН у межах 3,5–3,8 — ідеального для ініціації ферментаційних процесів.

Процес підготовки настою полягав у відборі стиглих плодів, їх митті, подрібненні та екстрагуванні у водному середовищі при температурі 20–22 °С протягом 72 годин. Після завершення природного бродіння настій фільтрували, а отриману рідину використовували як стартовий інокулянт для закваски. На першому етапі ферментації 50 мл розведеної хеномелесової води змішували з 50 г пшеничного борошна першого сорту (ТМ «Зернарі»), і залишали при температурі 26–28 °С. У наступні 5–7 діб проводили регулярне підживлення закваски згідно з протоколом класичного нарощування.

У процесі ферментації було виявлено такі біотехнологічні особливості: завдяки високому вмісту легкозасвоюваних цукрів, переважно фруктози (до 2,4 г/100 г СР), а також хінної та лимонної кислот, процес нарощування мікрофлори мав скорочену лаг-фазу, що зумовило прискорений старт ферментації. Крім того, комплекс ароматичних та фенольних сполук плодів сприяв розвитку характерного фруктового аромату із цитрусовими нотами, що передавався готовому хлібному виробу.

На завершальному етапі закваску застосовували у класичній рецептурі пшеничного хліба. Готовий виріб мав підвищену пористість, еластичну структуру м'якуша, привабливу скоринку з блиском, збалансовану кислотність і виражений післясмак. Важливо підкреслити, що хеномелесовий екстракт не лише забезпечив стійке підкислення середовища, але й продемонстрував антимікробну активність, що сприяло подовженню терміну зберігання хліба.

Завдяки стабільному рН, полісахаридному і кислотному складу хеномелесова вода у розведенні 1:5 формує біохімічно збалансоване середовище для контролю росту як корисної, так і умовно-патогенної мікрофлори. Наявність яблучної та хінної кислот у помірних концентраціях активізує специфічні штами молочнокислих бактерій (*Lactobacillus plantarum*, *L. fermentum*), що були виявлені при мікробіологічному аналізі стиглої закваски.

Додатково до викладеного у попередньому підрозділі, варто акцентувати увагу на результатах порівняльного дослідження, що дозволяє глибше оцінити ефективність застосування хеномелесової води як субстрату для приготування закваски у порівнянні з альтернативними фруктовими середовищами, зокрема настоєм з яблук. Аналіз ферментаційної динаміки двох типів заквасок упродовж 7 діб дає змогу виявити характерні особливості їх мікробіологічної стабільності, кислотного профілю та загального сенсорного потенціалу.

Закваска на основі хеномелесової води (у співвідношенні 1:5) демонструвала поступову кислотогенезу без різких змін кислотності протягом усього періоду спостереження. Як видно з побудованого графіка (Рисунок 3.1), рівень рН стабілізувався на рівні 3,5 після 4-го дня ферментації, що є оптимальним для розвитку лактобацил та дріжджів, характерних для стабільних заквасок.

Натомість закваска, виготовлена на основі яблучного настою, відзначалася більш вираженим перебігом бродіння, про що свідчить різке зниження рН до критичного рівня нижче 3,2. На 7-й день було зафіксовано появу сторонніх запахів, візуальні ознаки плісняви та слизу, що свідчить про розвиток патогенної мікрофлори. Це підтверджує, що середовище на основі яблучної води без попереднього контролю кислотності є менш стабільним і може становити мікробіологічну небезпеку для харчових виробництв.

Порівняльні характеристики заквасок наведено у таблиці.

Таблиця 3.4 – Порівняльна характеристика заквасок на основі хеномелесової та яблучної води

Показник	Хеномелесова вода (1:5)	Яблучна вода
Початкове рН	3,8	3,6
Стабілізація рН	3,5 (на 4 добу)	3,2 (на 3 добу)
Смак	М'який, кислий	Різко-кислий, з вираженим бродінням

Показник	Хеномелесова вода (1:5)	Яблучна вода
Аромат	Фруктово-квітковий з нотами цитрусу	Різко-ферментований
Мікрофлора на 7-й день	Стабільна	Ознаки контамінації
Зовнішній вигляд	Однорідний, без сторонніх включень	Наявність слизу, плісняви
Придатність до подальшого використання	Висока	Низька

Результати дослідження свідчать про те, що розведена хеномелесова вода формує стабільне середовище для життєдіяльності необхідної мікрофлори без загрози неконтрольованого бродіння. Висока біоактивність плодів хеномелесу забезпечує ферментативну підтримку розвитку корисної мікрофлори, тоді як помірне середовище сприяє уникненню контамінації патогенними мікроорганізмами. Таким чином, використання саме хеномелесової води у співвідношенні 1:5 є технологічно та мікробіологічно обґрунтованим вибором у виробництві заквасок для бездріжджового хліба.

Таким чином, технологічне рішення щодо використання хеномелесової води у розведенні 1:5 є науково та практично обґрунтованим, дозволяє забезпечити сприятливі умови для стабільної спонтанної ферментації, мінімізує ризики надмірної кислотності або небажаного мікробного росту та підвищує якість хлібобулочних виробів.

3.5 Вплив умов ферментації на динаміку кислотності та мікробіологічні показники заквасок на основі хеномелесової та яблучної води

Одним із ключових технологічних чинників, що визначають якість заквасок, є комплекс параметрів ферментації, серед яких масова частка води, кислотність вихідних середовищ та температура культивування. Ці фактори

значною мірою визначають активність мікроорганізмів у ферментуючих системах, а отже — ефективність утворення біоактивних метаболітів, структуру тіста та органолептичні властивості кінцевого продукту.

Відомо, що молочнокислі бактерії (МКБ) та кислотостійкі дріжджі найбільш активно розвиваються при температурі 26–28 °С. Нижчі температури, як правило, уповільнюють ферментацію, а підвищені — пригнічують мікробну активність, що загалом негативно впливає на формування стабільної закваски. Оптимальна масова частка вологи для класичних житніх заквасок становить близько 48–50 %, а для диперих середовищ — до 55–56 %, оскільки вищі концентрації води можуть призводити до надмірного накопичення кислот та «перекисання» ферментуючої системи.

У межах цього дослідження, вивчаючи закваски, що розвиваються на базі хеномелесової води та яблучної води з додаванням пшеничного борошна вищого гатунку (з підвищеним вмістом білка), досліджено вплив цих середовищ на динаміку кислотності та мікробіологічні показники упродовж 120 годин ферментації при температурі 26–28 °С. Водна фаза цих екстрактів була стандартизована: яблучна вода використовувалася без додаткового розведення (через природно помірну кислотність), тоді як хеномелесову воду розводили у співвідношенні 1:5 з питною водою для досягнення початкового рН 3,5–3,8, що є оптимальним для мікрофлори заквасок та мінімізує ризик розвитку небажаних мікроорганізмів.

Підготовлені закваски готували шляхом змішування 50 мл відповідної водної фази з 50 г пшеничного борошна, після чого отриману суміш залишали у термостатованих умовах. Паралельно вимірювались показники титрованої кислотності, які презентовані нижче.

Таблиця 3.5 — Динаміка титрованої кислотності у заквасках на основі хеномелесової та яблучної води

Тривалість бродіння, год	Хеномелесова закваска, °Н	Яблучна закваска, °Н
--------------------------	---------------------------	----------------------

Тривалість бродіння, год	Хеномелесова закваска, °Н	Яблучна закваска, °Н
24	4,8	5,2
48	7,2	8,6
72	9,6	12,0
96	11,4	14,8
120	12,8	18,4

З наведених даних видно, що кислотність закваски на яблучній воді зростала інтенсивніше — показники на 120 годину досягли 18,4 °Н, що свідчить про надмірне накопичення органічних кислот та високий ризик «перекисання». У хеномелесовій заквасці аналогічний показник становив 12,8 °Н, що є достатнім для активної ферментації, але не призводить до надмірної кислотності та небажаної деградації ферментаційних структур.

Цю тенденцію підтверджують результати мікробіологічного аналізу. У таблиці нижче наведено динаміку розвитку молочнокислих бактерій та дріжджів у розведних циклах заквасок.

Таблиця 3.6 — Динаміка розвитку молочнокислих бактерій (МКБ) та дріжджів у заквасках

Тривалість бродіння, год	Хеномелесова закваска (МКБ), КУО/г	Хеномелесова закваска (Дріжджі), КУО/г	Яблучна закваска (МКБ), КУО/г	Яблучна закваска (Дріжджі), КУО/г
24	$3,2 \times 10^4$	$1,1 \times 10^3$	$1,8 \times 10^4$	$2,4 \times 10^3$
48	$4,8 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$	$3,2 \times 10^4$	$4,8 \times 10^3$
72	$6,1 \times 10^4$	$3,5 \times 10^3$	$5,6 \times 10^4$	$7,2 \times 10^3$
96	$7,5 \times 10^4$	$5,1 \times 10^3$	$8,4 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$
120	$8,9 \times 10^4$	$6,8 \times 10^3$	$1,1 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$

Як видно з таблиці, у яблучній заквасці динаміка зростання чисельності як МКБ, так і дріжджів була значно вищою, порівняно з хеномелесовою. Однак висока чисельність мікроорганізмів у яблучній системі супроводжувалася також інтенсивним зниженням рН та проявами небажаної мікробіологічної активності (ознаки контамінації на 7-й день), що ускладнює подальше використання такої закваски без додаткового контролю. У хеномелесовій заквасці, навпаки, чисельність корисної мікрофлори збільшувалася поступово, а рівень кислотності залишався у межах, безпечних для стабільної ферментації.

Аналітичні параметри обох заквасок наведено також у вигляді узагальнених технологічних показників.

Таблиця 3.7 — Порівняльні технологічні показники заквасок

Показник	Хеномелесова закваска	Яблучна закваска
Початковий рН	3,8	3,6
Кислотність на 120 год (°Н)	12,8	18,4
Макс. чисельність МКБ (КУО/г)	$8,9 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$
Макс. чисельність дріжджів (КУО/г)	$6,8 \times 10^3$	$1,4 \times 10^4$
Ризик розвитку патогенної мікрофлори	Низький	Високий
Стабільність рН	Висока	Низька
Сенсорна оцінка аромату	Гармонійна, фруктово-кисла	Надмірно кисла, нестабільна

Отже, проведений аналіз свідчить про технологічну доцільність використання **розведеної хеномелесової води (1:5)** як основи для ініціації спонтанних заквасок. Таке розведення дозволяє отримати сприятливі умови для розвитку молочнокислої мікрофлори, балансувати кислотність і уникнути негативних наслідків надмірної ферментації, притаманних середовищам із високою природною кислотністю, наприклад, у яблучному настої. З погляду біотехнології, хеномелесова закваска демонструє вищу

стабільність процесів та нижчий ризик контамінації, що є критично важливим для забезпечення якості бездріжджових хлібобулочних виробів у умовах дискретних виробництв та ремісничих пекарень.

Одним із важливих біотехнологічних показників, що характеризують активність ферментації заквасок, є інтенсивність газоутворення, зокрема виділення діоксиду вуглецю (CO₂) внаслідок життєдіяльності дріжджів. Об'єм накопиченого CO₂ не лише слугує індикатором метаболічної активності мікрофлори, а й визначає підйомну силу закваски, яка прямо впливає на структуру та пористість м'якуша майбутнього хліба.

У межах цього дослідження було проаналізовано об'ємне збільшення заквасок на основі хеномелесової та яблучної води впродовж 4 годин бродіння. Початкові заміси (1:1 вода до пшеничного борошна вищого гатунку) були поміщені у скляні циліндричні судини з мітками об'єму та витримувалися при температурі 28 °С.

Результати вимірювань наведено в таблиці

Таблиця 3.8 — Динаміка збільшення об'єму заквасок як показник інтенсивності газоутворення

Тип закваски	Початковий об'єм, мл	Об'єм через 4 год, мл	Кратність збільшення
Хеномелесова вода	100	300	×3
Яблучна вода	100	200	×2

Як видно з таблиці, закваска, виведена на основі хеномелесової води, демонструвала вищу інтенсивність газоутворення — її об'єм зріс утричі за перші 4 години ферментації. Це свідчить про значну активність гетероферментативної мікрофлори та здатність закваски ефективно утримувати утворені гази у своїй структурі. Такий показник корелює з помірною кислотністю середовища, що є сприятливим для дріжджів роду *Saccharomyces*.

Натомість закваска на яблучній воді збільшилася лише удвічі, що свідчить про нижчу інтенсивність газоутворення. Це можна пояснити негативним впливом високої кислотності на активність дріжджових клітин, що унеможлиблює повноцінний розвиток гетероферментативного процесу та призводить до зниження підйомної сили тіста.

Ці результати підтверджують, що хеномелесова вода, розведена до рН 3,5–3,8, створює більш збалансоване середовище для дріжджів і молочнокислих бактерій, забезпечуючи не лише стабільність мікрофлори, а й високу технологічну ефективність у вигляді підвищеного газоутворення.

3.6. Оптимізація умов культивування закваски на основі хеномелесової води

Оптимальні умови культивування ферментаційної системи закваски на основі хеномелесової води були визначені шляхом проведення експериментально-статистичного моделювання за методом Бокса-Уілсона (метод центрального композитного планування) із використанням трьох факторів: масової частки вологи закваски (X_1), тривалості бродіння (X_2) та температури бродіння (X_3). У якості критерію оптимальності обиралась інтенсивність накопичення діоксиду вуглецю (Y_1), оскільки вона є інтегральним показником метаболічної активності мікрофлори закваски і корелює з її підйомальною здатністю та потенціалом формування структури тіста. Обмежувальним фактором виступала титрована кислотність, яка не повинна перевищувати оптимальних значень, що забезпечують стабільність мікрофлори та безпеку продукту.

Параметри факторного простору для закваски на хеномелесовій воді були визначені на основі попередніх пілотних досліджень і представлені в табл. 3.9

Таблиця 3.9 – Діапазони факторного простору для закваски на хеномелесовій воді

Рівні факторів	Позначення	Досліджувані фактори
		Масова частка вологи закваски (X_1), %
Нульовий рівень	X_0	50
Верхній рівень	X_+	55
Нижній рівень	X_-	45
Інтервал варіювання	λ	5

Експерименти проведені згідно матриці планування повного факторного експерименту (табл. 4.9) з вимірюванням об'єму накопиченого CO_2 через 120 годин.

Таблиця 3.10 – Матриця плану експерименту і результати для закваски на хеномелесовій воді

№	Рівні факторів	Критерій оптимальності, CO_2 , $cm^3/100\text{ г}$
	X_1 (вологи)	X_2 (год)
1	+	55
2	–	45
3	+	55
4	–	45
5	+	55
6	–	45
7	+	55
8	–	45

За результатами математичної обробки даних методом багатовимірної регресії отримано адекватне рівняння моделі, яке описує залежність продуктивності газоутворення від трьох досліджуваних факторів у нормованому вигляді:

$$Y = 285,712 + 9,842 \times X_1 + 17,406 \times X_2 + 5,124 \times X_3 \dots (1)$$

У натуральному вигляді модель представлена як:

$$Y = -57,48 + 2,88 \times X_1 + 0,73 \times X_2 + 3,14 \times X_3 \dots (2)$$

Множинний коефіцієнт кореляції для моделі становить $R = 0,88$, що підтверджує високу адекватність моделі для опису залежності між змінними та критерієм оптимальності. Статистичний критерій Фішера ($F_p = 4,56$) менший від табличного ($F_t = 5,12$), що свідчить про прийнятну якість регресійної моделі для подальшого аналізу оптимальних умов.

Для поглибленого пошуку точки оптимуму була реалізована програма «крутого сходження» в межах отриманих регресійних характеристик (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Програма «крутого сходження» та результати її реалізації для закваски на хеномелесовій воді

№ дослідів	Значення оптимізувальних факторів	Критерій оптимальності, Y , $\text{см}^3/100 \text{ г}$	Кислотність, $^{\circ}\text{H}$
	X_1 (вологи), %	X_2 (год)	X_3 ($^{\circ}\text{C}$)
9	48	100	26
10	50	116	27
11	52	120	28
12	54	124	29

Аналіз даних табл. 3.11 вказує, що зростання рівнів оптимізованих факторів супроводжується збільшенням кількості накопиченого діоксиду вуглецю, що характеризує підвищення ферментаційної активності. Водночас спостерігається закономірне підвищення кислотності, проте в межах прийнятних технологічних параметрів для якісної закваски.

Враховуючи комплексні результати моделювання та експериментальних перевірок, доцільними технологічними параметрами приготування закваски на основі хеномелесової води в циклі розведення слід вважати:

- масова частка вологи (X_1) — 52 %;
- тривалість бродіння (X_2) — 120 год;

- температура бродіння (X_3) — 28 °C.

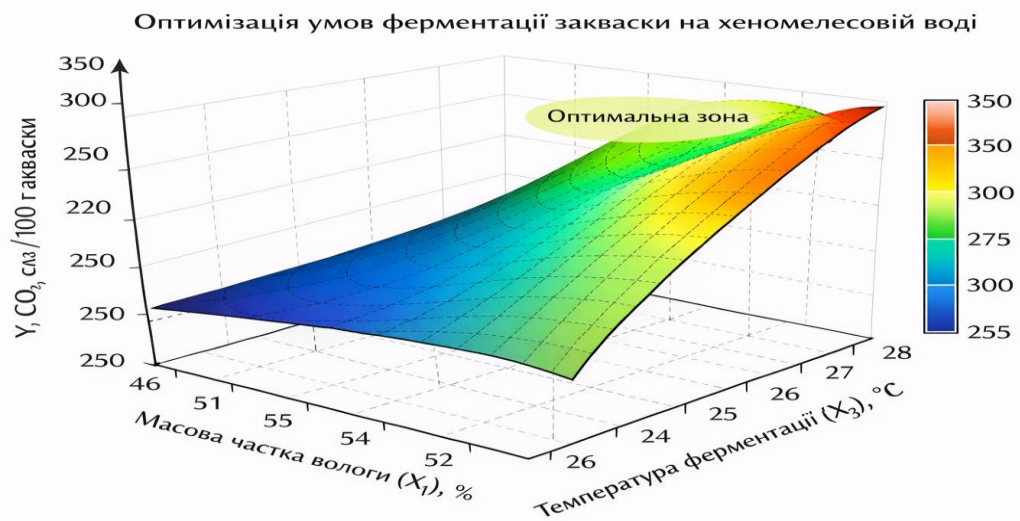


Рисунок 3.1 – Профіль оптимізації параметрів отримання хеномелесової води.

Запропонована методика оптимізації умов культивування дозволяє забезпечити максимальну ферментативну активність з оптимальним накопиченням CO₂ при контрольованому рівні кислотності, що є ключовими факторами для отримання якісної закваски з високою підйомальною здатністю та стабільними органолептичними показниками. Це обґрунтовує доцільність використання хеномелесової води як субстратного середовища для виведення натуральних заквасок у технологіях бездріжджового хлібопечення.

Висновки до розділу 3

1. У результаті аналізу біологічних та хімічних особливостей плодів хеномелесу японського (*Chaenomeles japonica*) встановлено, що дана сировина характеризується високим вмістом органічних кислот із домінуванням яблучної, наявністю хінної та лимонної кислот, а також переважанням фруктози у складі вуглеводів. Такий фракційний склад зумовлює високу природну кислотність і водночас створює сприятливі умови для селективного розвитку молочнокислих бактерій, що обґрунтовує доцільність використання хеномелесу як біотехнологічного активатора у складі заквасок.

2. Порівняльна оцінка хеномелесової, яблучної та виноградної води як ферментаційних середовищ показала, що хеномелесова вода у розведенні 1:5 забезпечує оптимальний рівень кислотності для ініціації та стабільного перебігу спонтанної ферментації. На відміну від яблучної води, яка характеризується більш інтенсивним накопиченням кислот та схильністю до мікробіологічної нестабільності, хеномелесова вода формує збалансоване середовище з контрольованим розвитком мікрофлори та вираженим, але гармонійним ароматичним профілем.

3. Розроблена методика приготування пшеничної закваски на основі хеномелесової води, стандартизованої шляхом розведення у співвідношенні 1:5, забезпечує скорочення адаптаційної фази мікроорганізмів, стабільне зростання молочнокислих бактерій і дріжджів та формування активної заквасочної системи. Використання пшеничного борошна вищого ґатунку з підвищеним вмістом білка сприяє підвищенню підйомної сили закваски та покращенню структурно-механічних властивостей тіста.

4. Дослідження впливу умов ферментації на динаміку кислотності, мікробіологічні показники та інтенсивність газоутворення показали, що закваска на основі хеномелесової води характеризується більш помірним накопиченням кислот, стабільним рівнем рН та нижчим ризиком розвитку небажаної мікрофлори порівняно із закваскою на яблучній воді. Вищі показники газоутворення, зокрема трикратне збільшення об'єму закваски протягом перших 4 годин ферментації, свідчать про високу ферментативну активність і добру підйомну здатність такої закваски.

5. За результатами експериментально-статистичної оптимізації методом Бокса–Уїлсона встановлено оптимальні параметри культивування закваски на основі хеномелесової води: масова частка вологи — 52 %, тривалість бродіння — 120 год, температура — 28 °С. Зазначені умови забезпечують максимальне накопичення діоксиду вуглецю за контрольованого рівня кислотності, що підтверджує технологічну доцільність використання хеномелесової води як ефективного біотехнологічного активатора у виробництві пшеничних

бездріжджових хлібобулочних виробів.

РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАКВАСКИ НА ХЕНОМЕЛЕСІ

4.1 Розроблення рецептури бездріжджового хлібу та дослідження показників якості

Споживчі і технологічні властивості хлібобулочних виробів значною мірою визначаються рецептурними складниками та умовами їх ферментації. У сучасних біотехнологічних підходах важливим елементом є застосування натуральних середовищ заквашування, що забезпечують контрольовану мікрофлору та сформовані показники якості продукції. Закваска, отримана на основі водного екстракту плодів *Chaenomeles japonica* (хеномелес японський), відзначається підвищеною концентрацією органічних кислот і фенольних сполук, що обумовлює її здатність впливати на кислотно-ферментаційні процеси, аромат та текстуру хлібобулочних виробів у порівнянні з традиційними середовищами заквашування.

У науковій літературі доведено, що склад закваски впливає на показники життєдіяльності молочнокислих бактерій (МКБ) і кислотостійких дріжджів, що, у свою чергу, визначає якість тіста та кінцевого продукту [24]. До складу закваски мають входити компоненти, що забезпечують належний баланс білків, амінокислот, цукрів та мінеральних речовин, необхідних для розвитку мікрофлори. У цьому контексті пшеничне борошно вищого ґатунку з високим вмістом білка виступає оптимальним джерелом клейковини, що сприяє утворенню еластичної структури тіста, тоді як додавання функціональних компонентів (мед, яйце) позитивно впливає на органолептичні показники та біоактивність продукту.

Контрольними зразками обрано хліб, випечений із застосуванням **класичної пшеничної закваски**, у зв'язку з широким використанням таких заквасок у ремісничому і промисловому хлібопеченні. Обидва зразки хліба

(дослідний на хеномелесовій заквасці та контрольний на класичній) виготовлені із однаковою базовою рецептурою із введенням мінімальних додаткових компонентів, що дозволяє коректно порівняти вплив типу закваски на якість напівфабрикату і виробу в цілому.

Рецептурні компоненти обох зразків підбрані з метою забезпечити схожі умовні базові показники для вимірювання впливу закваски. Основними складовими є пшеничне борошно вищого гатунку, вода, закваска, сіль, яйце та мед — компоненти, що визначають формування клейковинної мережі, життєдіяльність мікрофлори та органолептичну виразність виробів.

Таблиця 4.1 – Порівняльна рецептура контрольного і дослідного зразків хліба

Компонент	Контрольний зразок (класична закваска), г	Дослідний зразок (хеномелесова закваска), г
Закваска	140	140
Вода питна	160	160
Борошно пшеничне вищого гатунку	440	440
Борошно цільнозернове	30	30
Яйце куряче	1	1
Сіль кухонна харчова	10	10
Мед білий	15	15
Загальна маса тіста	796	796

З урахуванням рецептурної однорідності обох зразків вплив дослідної змінної (типу закваски) стає чітко вираженим у показниках ферментації тіста та якості готових виробів.

Підбір інгредієнтів, що входять до рецептури, ґрунтується на їхній здатності сприяти розвитку мікрофлори заквасок, формувати фізико-хімічні властивості тіста та впливати на органолептичні показники продукту. Пшеничне борошно вищого гатунку забезпечує достатній рівень білка та

клейковини, що критично для формування стабільної клейковинної матриці. Мед виступає джерелом простих цукрів, які стимулюють ферментацію та сприяють утворенню ароматичних сполук у м'якуші. Яйце служить біополімерною добавкою, що підвищує еластичність тіста та стабілізує газову фазу при бродінні.

Застосування хеномелесової закваски обґрунтовано її метаболічним профілем: помірنا кислотність після розведення (рН 3,5–3,8), набір моносахаридів (фруктоза) та органічних кислот створює сприятливе середовище для оптимального розвитку молочнокислих бактерій і кислотостійких дріжджів. У порівнянні з класичною закваскою дослідний зразок демонструє більш стабільну ферментацію зі збалансованою кислотністю, виразною ароматичною складовою та підвищеною здатністю утримувати гази, що впливає на структуру пористості м'якуша.

Реалізація розробленої технології приготування пшеничного хліба на хеномелесовій заквасці базується на принципах подовженої ферментації, що дозволяє повною мірою розкрити біотехнологічний потенціал використаної сировини. Процес розпочинається з ретельного поєднання всіх рецептурних компонентів до моменту утворення однорідної маси, після чого тістова система піддається автолізу тривалістю 30 хвилин. Ця технологічна пауза є критично важливою для інтенсифікації набухання білків клейковини та гідратації часток цільнозернового борошна, що суттєво полегшує подальшу механічну обробку та покращує структурно-механічні властивості напівфабрикату.

Після завершення етапу автолізу проводиться остаточне вимішування тіста протягом 3–5 хвилин для остаточного формування стійкого каркаса, після чого здійснюється формування тістових заготовок та їх укладання у заздалегідь підготовлені форми. З метою запобігання втраті вологи та завітрюванню поверхні, заготовки накриваються полімерною плівкою і спрямовуються на тривалу ферментацію. Процес бродіння триває 10–12 годин за стабільної кімнатної температури у межах 20–22 °С. Така тривала

експозиція сприяє глибокому метаболізму молочнокислих бактерій та диких дріжджів, що забезпечує накопичення специфічних органічних кислот та складних ароматичних сполук, притаманних хеномелесу.

Заключним етапом технологічного циклу є термічна обробка, яка для забезпечення високої якості виробів проводиться за двоступеневим температурним режимом. На початковому етапі випікання здійснюється при температурі 240 °C протягом 20 хвилин в умовах інтенсивного парозволоження, що сприяє максимальному збільшенню питомого об'єму виробу та формуванню еластичної глянцевої скоринки. Другий етап передбачає випікання протягом аналогічного часу за тієї ж температури, але вже без доступу пари, що дозволяє завершити процес колоїдних перетворень у м'якушці, стабілізувати структуру пористості та досягти бажаних органолептичних характеристик готового продукту.

Порівняльний аналіз дослідного зразка з контрольним (на класичній заквасці) показав суттєві переваги використання хеномелесу. Завдяки фруктовим кислотам екстракту, дослідний зразок характеризувався вищою пористістю та еластичністю м'якушки.

Таблиця 4.2. - Бальна оцінка якості контрольного та дослідного зразків

Показник	Контроль (Класична закваска)	Дослідний зразок (Хеномелесова закваска)
Аромат	Виражений хлібний, оцтовокислий	Інтенсивний, з тонкими фруктовими нотами
Смак	Характерний, з кислинкою	Збалансований, медово-фруктовий присмак
Питомий об'єм	\$340\$ см ³ /100г	\$375\$ см ³ /100г
Комплексний показник якості	81,0	91,5

Результати досліджень підтвердили, що використання хеномелесової закваски дозволяє не лише покращити органолептичний профіль

пшеничного хліба, але й забезпечити його високу мікробіологічну чистоту та пролонговану свіжість без використання синтетичних поліпшувачів. Це дозволяє рекомендувати дану технологію для виробництва виробів оздоровчого призначення на підприємствах невеликої потужності та в крафтових пекарнях.

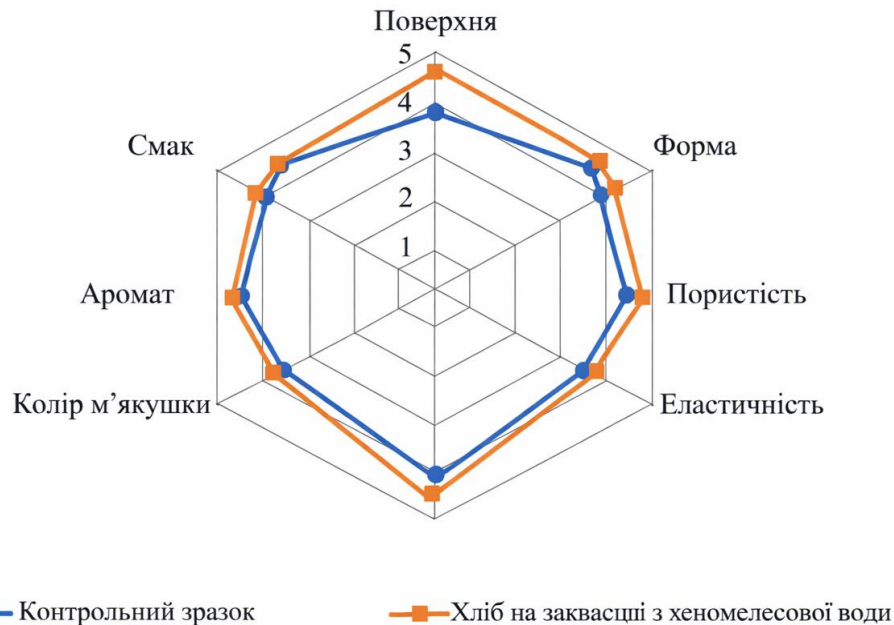


Рисунок 4.1 Профіль органолептичної оцінки дослідних зразків.

Запропоновані рецептурні та технологічні рішення дозволяють отримати хлібобулочний виріб із підвищеною харчовою цінністю та виразними органолептичними показниками. Порівняння рецептур контрольного і дослідного зразків у табл. 6.2 демонструє, що використання закваски на основі хеномелесової води сприяє стабілізації ферментаційних процесів та формуванню якісних характеристик готового хліба, що перевищують або співставні з традиційним аналогом на пшеничній заквасці.

4.2 . Аналіз харчової та енергетичної цінності розроблених виробів

Відповідно до чинних методичних інструкцій було проведено

розрахунок харчової та енергетичної цінності пшеничного хліба на хеномелесовій заквасці. В якості контролю обрано пшеничний хліб на класичній заквасці без додаткового збагачення. Отримані дані дозволяють оцінити вплив хеномелесової закваски, меду та курячих яєць на нутрієнтний профіль готового виробу.

Таблиця 4.3 - Харчова та енергетична цінність пшеничних виробів (на 100 г)

Харчові речовини	Контроль	Дослідний зразок
Білки, г	7,9	8,9
Жири, г	1,4	4,1
— з них насичені жирні кислоти, г	0,2	0,6
Вуглеводи, г	50,1	47,0
— в т.ч. цукри (фруктоза меду), г	2,1	4,8
— крохмаль, г	47,8	40,8
Харчові волокна, г	3,0	4,0
Вітаміни, мг:		
В9 (фолієва кислота), мкг	10,2	19,3
РР, мг	0,6	0,8
Е (токоферол), мг	0,1	0,2
Мінеральні речовини, мг:		
Mg (Магній)	25,6	35,0
P (Фосфор)	88,2	95,3
Fe (Залізо)	1,2	2,1
Енергетична цінність, ккал/кДж	244 / 1021	255 / 1067

Аналіз результатів свідчить, що поєднання хеномелесової закваски та рецептурних компонентів (яйця, меду) забезпечує зростання вмісту білка в 1,13 раза та харчових волокон — у 1,33 раза. Особливо важливою є зміна жирнокислотного складу: вміст ліпідів зріс майже втричі за рахунок жовтка яєць, що підвищує вміст фосфоліпідів у виробі. Кількість заліза (Fe) та

магнію (Mg) зросла в 1,4–1,7 раза порівняно з контролем, що зумовлено використанням цільнозернового борошна та мінерального профілю хеномелесу.

Для оцінки фізіологічної ефективності розраховано ступінь покриття добової потреби в основних нутрієнтах для жінок 30–39 років (I група фізичної активності) при споживанні денної норми хліба — 277 г.

Таблиця 4.2 - Забезпечення добової потреби (Жінки 30-39 років, 277 г хліба)

Харчові речовини	Добова потреба	Контроль (%)	Дослідний зразок (%)
Білки	52 г	42,1	47,5
Жири	53 г	7,3	21,5
Вуглеводи	304 г	45,7	42,8
Харчові волокна	25 г	33,2	44,3
Вітамін В9	200 мкг	14,1	26,8
Залізо (Fe)	17 мг	19,6	34,1
Магній (Mg)	350 мг	20,3	27,7

При споживанні розробленого виробу суттєво підвищується рівень забезпечення організму харчовими волокнами (на 11,1% вище ніж у контролі) та залізом (на 14,5% більше). Використання хеномелесової закваски у синергії з медом дозволило майже вдвічі збільшити покриття потреби у фолієвій кислоті (вітамін В9), що є критично важливим для даної вікової групи населення. За рахунок введення яйця до рецептури, потреба в жирах покривається на 21,5%, що сприяє кращому засвоєнню жиророзчинних вітамінів.

Таким чином, розроблений пшеничний хліб на хеномелесовій заквасці можна класифікувати як продукт із підвищеною біологічною цінністю, що сприяє оптимізації мінерального та вітамінного статусу раціону.

4.3 Дослідження впливу заквасок на зміни структурно-механічних властивостей м'якушки хліба в процесі зберігання

Одним із ключових критеріїв якості хлібобулочних виробів та їх конкурентоспроможності на ринку є здатність зберігати споживчу свіжість протягом нормативного терміну зберігання. Процес черствіння хліба є результатом складних фізико-хімічних, колоїдних та біохімічних трансформацій, серед яких провідну роль відіграє ретроградація (старіння) крохмалю та зміни у білковому каркасі м'якушки. Ці явища супроводжуються перерозподілом вологи, втратою летких ароматичних сполук та ущільненням структури крохмальних зерен, що візуально виражається у втраті еластичності м'якушки, підвищенні її жорсткості та крихкуваності.

У межах даної роботи було проведено комплексне дослідження динаміки структурно-механічних властивостей (СМВ) розробленого пшеничного хліба на хеномелесовій заквасці у порівнянні з контрольним зразком на класичній пшеничній заквасці. Оцінку ступеня черствіння здійснювали за зміною загальної деформації м'якушки за допомогою пенетрометра, а також через визначення показників крихкуваності та гідрофільних властивостей протягом 48 годин зберігання.

Результати пенетрометричних досліджень (табл. 6.12) свідчать про те, що використання біотехнологічного активатора на основі хеномелесу у поєднанні з тривалою 12-годинною ферментацією сприяє суттєвому гальмуванню процесів «старіння» м'якушки.

Таблиця 4.3. - Зміна структурно-механічних властивостей м'якушки пшеничного хліба

Зразок хліба та термін зберігання	Загальна деформація м'якушки, од. приладу	Збереження свіжості, %
4 години зберігання		
Контроль (класична закваска)	78	100
Дослідний зразок (хеномелесова закваска)	74	100

Зразок хліба та термін зберігання	Загальна деформація м'якушки, од. приладу	Збереження свіжості, %
48 годин зберігання		
Контроль (класична закваска)	35	44,9
Дослідний зразок (хеномелесова закваска)	41	55,4

Аналіз даних показує, що через 48 годин зберігання показник збереження свіжості у дослідному зразку був на 10,5% вищим, ніж у контролі. Такий ефект пояснюється синергетичною дією рецептурних інгредієнтів. Зокрема, натуральний мед, будучи потужним вологоутримувальним агентом завдяки високому вмісту фруктози, сповільнює випаровування води. Хеномелесова закваска, завдяки низькому рН та специфічному складу органічних кислот, сприяє інтенсивнішому набухання білків клейковини та стабілізації крохмальної системи. Додаткове введення курячого яйця (лецитину жовтка) забезпечує емульгувальний ефект, що створює бар'єр навколо крохмальних зерен, перешкоджаючи їх швидкій ретроградації.

Поряд із пенетрометрією було досліджено зміну крихкуваності та водопоглинальної здатності м'якушки (табл. 6.13–6.14), які є індикаторами гідрофільних властивостей виробу.

Таблиця 4.4 - Крихкуватість м'якушки пшеничного хліба, %

Термін зберігання	Контроль	Дослідний зразок (хеномелесова закваска)
4 год	3,0	2,7
24 год	4,6	4,1
48 год	5,6	4,9

Дані щодо крихкуваності підтверджують, що дослідний зразок зберігає цілісність стінок пор значно довше за контроль. Через 48 годин

крихкуватість розробленого хліба була на 12,5% нижчою порівняно з базовою рецептурою. Це корелює з показниками водопоглинальної здатності: наприкінці терміну зберігання дослідний зразок поглинав на 11–13% більше води, ніж контроль (362% проти 320%).

Висока гідрофільність м'якушки розробленого виробу свідчить про те, що використання хеномелесової закваски та цільнозернового борошна дозволяє утримувати значну частину зв'язаної вологи всередині м'якушки. Це не тільки подовжує термін свіжості, але й зберігає високі органолептичні характеристики хліба, зокрема ніжність та соковитість, що є критично важливим для споживача. Таким чином, розроблена технологія забезпечує подовження терміну реалізації хліба при збереженні його високої якості без застосування штучних консервантів та стабілізаторів.

Важливою складовою якості хлібобулочних виробів при тривалому зберіганні є їхня стійкість до мікробіологічного псування, зокрема до пліснявіння та картопляної хвороби хліба. У контексті розробки технологій «Clean Label» (чиста етикетка), актуальним є використання природних інгредієнтів, що мають фунгістатичну та бактерицидну дію.

Наукова концепція використання хеномелесу японського (*Chaenomeles japonica*) у технології пшеничних заквасок базується на високому вмісті в його плодах органічних кислот (яблучної, лимонної, хінної) та поліфенольних сполук. Встановлено, що загальна кислотність плодів хеномелесу коливається в межах 3,5–5,5%, що дозволяє використовувати їх як природний коректор рН тістових систем.

Дослідження впливу хеномелесової закваски на мікробіологічну стабільність розробленого пшеничного хліба (з додаванням меду та яєць) проводили методом примусового зберігання зразків у термостатованих умовах (температура 30 °C, відносна вологість повітря 80%). Основними критеріями оцінки були час появи перших ознак пліснявіння та ідентифікація симптомів картопляної хвороби, спричиненої споруутворювальними бактеріями роду *Bacillus*.

Експериментально доведено, що висока концентрація яблучної кислоти, яка переходить із екстракту хеномелесу в закваску, забезпечує стабільне зниження активної кислотності м'якушки дослідного зразка до рівня pH 4,8–5,0. Це значення є критичним для інгібування життєдіяльності *Bacillus subtilis*, оскільки вказані мікроорганізми втрачають здатність до розмноження у середовищі з pH нижче 5,2.

Додатковим чинником стабілізації є вміст у хеномелесі катехинів та антоціанів, які проявляють антифунгальну активність щодо грибів родів *Aspergillus* та *Penicillium*. У поєднанні з продуктами метаболізму молочнокислих бактерій (молочною та оцтовою кислотами), що накопичуються під час 12-годинної ферментації, формується синергетичний антимікробний ефект.

Результати моніторингу мікробіологічного стану зразків наведено у порівнянні з контрольним пшеничним хлібом (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 - Стійкість пшеничного хліба до мікробіологічного псування

Показник стійкості	Контроль (класична закваска)	Дослідний зразок (хеномелесова закваска)
Час появи перших ознак пліснявіння, год	72	144
Поява симптомів картопляної хвороби, год	84	Не виявлено протягом 168 год
Активна кислотність м'якушки, рН	5,4	4,9

Отримані дані підтверджують, що використання хеномелесової закваски забезпечує пролонгацію терміну безпечного зберігання пшеничного хліба у 2 рази порівняно з традиційною технологією. Це дозволяє нівелювати ризики псування продукції без застосування хімічних консервантів

(пропіонатів або сорбатів), що підвищує харчову цінність та безпечність розробленого виробу для кінцевого споживача.

Таким чином, інтеграція хеномелесу в технологічний процес тістоприготування є ефективним біотехнологічним заходом для забезпечення мікробіологічної стабільності хліба збагаченого складу.

Висновки до розділу 4

У ході виконання роботи було розроблено та експериментально обґрунтовано технологію пшеничного хліба підвищеної біологічної цінності з використанням біотехнологічного активатора на основі хеномелесу японського. На основі отриманих результатів зроблено наступні висновки:

1. Обґрунтовано вибір рецептурних компонентів та параметрів технологічного процесу. Встановлено, що використання хеномелесової закваски (на водному екстракті плодів 1:5) у поєднанні з медом натуральним та яйцем курячим забезпечує синергетичний вплив на формування реологічних властивостей тіста та органолептичного профілю готового виробу. Оптимальна тривалість ферментації (10–12 год) при 20–22 °С забезпечує глибокий протеоліз білків та накопичення ароматичних сполук.

2. Підтверджено покращення органолептичних показників. Дослідний зразок хліба на хеномелесовій заквасці характеризується вираженим смаком, унікальним фруктовим-медовим ароматом та еластичною, тонкостінною пористістю м'якшки. За результатами бальної оцінки комплексний показник якості дослідного зразка зріс на 12,9 % порівняно з контрольним зразком на класичній заквасці.

3. Доведено підвищення харчової та біологічної цінності. Розрахунковим методом встановлено, що розроблений виріб містить на 12,6 % більше білка та у 1,33 раза більше харчових волокон. Введення хеномелесу та яєць дозволило суттєво покращити мінерально-вітамінний склад: вміст заліза (Fe) зріс у 1,7 раза, вітаміну B₉ — майже вдвічі, що забезпечує покриття добової потреби у цих нутрієнтах на 34,1 % та 26,8 % відповідно

(для жінок 30–39 років).

4. Встановлено подовження терміну збереження свіжості. За даними пенетрометрії, використання хеномелесової закваски та меду гальмує процес ретроградації крохмалю. Через 48 годин зберігання загальна деформація м'якушки дослідного зразка була на 17 % вищою за контроль, а крихкуватість — на 12,5 % нижчою. Це свідчить про можливість подовження терміну реалізації виробу без використання хімічних стабілізаторів.

5. Виявлено високу мікробіологічну стійкість розробленого хліба. Завдяки природному зниженню рН м'якушки до 4,8–5,0 під дією органічних кислот хеномелесу, термін до появи перших ознак пліснявіння подовжився у 2 рази (до 144 год), а ризики розвитку картопляної хвороби було повністю нівельовано.

6. Результати апробації свідчать про технологічну стабільність розробленої схеми та можливість її впровадження на підприємствах малої та середньої потужності, що спеціалізуються на виробництві оздоровчої та крафтової продукції.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це програмно-цільовий комплекс заходів з підготовки, прийняття і реалізації рішень (організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів), спрямованих на забезпечення безпеки, зберігання здоров'я і працездатності людини в процесі праці згідно з законом України «Про охорону праці», що затверджений Постановою Верховної ради України від 14.10.02 № 2696[43].

Об'єкт керування – це безпека праці на робочому місці, ділянці цеху, у всій системі людина - виробництво, характеризується взаємодією людей із предметами і знаряддями праці, і виробничим середовищем [43, 44].

Закон України про охорону праці встановив основні принципи державної політики в галузі охорони праці: пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності, повної відповідальності роботодавця за створення безпечних і здорових умов праці, комплексного розв'язання завдання охорони праці, соціального захисту працівників, повного відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань, використання економічних методів управління, виконання нормативів охорони праці належно від форм власності видів діяльності підприємства [44].

Організація робіт з охорони праці включає [45].:

- забезпечення безпеки виробничого устаткування, виробничих процесів, будинків, споруд;
- нормалізацію санітарно – гігієнічних умов праці;
- інструкція з техніки безпеки і навчання працюючих безпечним умовам праці;
- забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту;
- забезпечення оптимальних режимів праці і відпочинку;

- організацію лікувально–профілактичних заходів,
- соціально-побутового обслуговування робітників, професійний відбір працюючих щодо окремих спеціальностей.

Система управління охороною праці (СУОП)[45] – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці. Створення СУОП здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації. Головна мета управління охороною праці є створення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, покращення виробничого побуту, запобігання травматизму і профзахворюванням.

В спрощеному вигляді СУОП представляє собою сукупність органа (суб'єкта) та об'єкта управління, що зв'язані між собою каналами передачі Інформації. Суб'єктом управління в СУОП на підприємстві в цілому є керівник (головний інженер), а в цехах, на виробничих дільницях і в службах - керівники відповідних структурних підрозділів і служб. Організаційно-методичну роботу по управлінню охороною праці, підготовку, правлінських рішень і контроль за їх своєчасною реалізацією здійснює служба охорони праці підприємства, що підпорядкована безпосередньо керівнику підприємства (головному інженеру) [81]. Суб'єкт управління аналізує інформацію про стан охорони праці в структурних підрозділах підприємства та приймає рішення спрямовані на приведення фактичних показників охорони праці у відповідність з нормативними. Об'єктом управління в СУОП є діяльність структурних підрозділів та служб підприємства по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, виробничих дільницях, цехах та підприємства в цілому.

Атестація і паспортизація робочих місць за умовами праці у ВНЗ

проводиться згідно з постановок КМУ від 01.08.1992 р. № 442, Паспортизація санітарно-технічного стану навчальних аудиторій і лабораторій закладу спрямовується на приведення основних відділів, обладнання, механізмів у відповідність до вимог нормативних актів з охорони праці, вивільнення працюючих з небезпечних та шкідливих виробництв [46].

Організаційна структура системи управління охороною праці на підприємстві (СУОПП) формується на основі діючої на цьому підприємстві структури управління виробництвом і підпорядковується усім властивим їй принципам управління.

Координація робіт у галузі охорони праці здійснюється шляхом розподілу обов'язків і порядком взаємодії осіб, структурних підрозділів і служб, що беруть участь у реалізації задач СУОПП, а також прийняття ними рішень і їх реалізацію. До таких рішень належать накази, розпорядження, вказівки тощо [46].

Для нормального функціонування СУОПП на кожному підприємстві наказом розподіляють функції з реалізації завдань управління охороною праці між керівними і виконавчими функціональними службами та структурними підрозділами підприємства.

1) опрацювання заходів щодо здійснення державної політики з охорони праці на регіональному та галузевому рівнях;

2) підготовка, прийняття та реалізація заходів, спрямованих на забезпечення:

- належних, безпечних і здорових умов праці;
- утримання в належному стані виробничого устаткування, будівель і споруд, інженерних мереж, безпечного ведення технологічних процесів;
- необхідних засобів індивідуального захисту для працівників;
- організації і проведення навчання працівників з питань охорони праці;
- пропаганди охорони праці;
- обліку, аналізу та оцінки стану умов і безпеки праці; -професійного

добору працівників окремих спеціальностей;

- страхування працівників від нещасного випадку на виробництві та профзахворювань;

3) організаційно-методичне керівництво на регіональному та галузевому рівнях;

4) стимулювання інтеграції управління охороною праці в єдину систему загального управління організацією виробництва; [46].

Широке впровадження позитивного досвіду у сфері охорони праці Відповідно до Рекомендації Держгірпомнагляду щодо застосування «Порядок опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві», затверджено наказом Держнагляд охорон праці від 12.12.1993 року № 132, ректором «ПУЕТ» затверджено такі положення та інструкції, що діють у вузі [47].

в їх безпосередньому зв'язку з функціональними підсистемами управління «ПУЕТ». Система управління охороною праці підприємства розроблена з урахуванням специфіки виробництва. В основу СУОП покладено економіко – цільовому спрямованість функціонування і комплексний підхід до вирішення проблем охорони праці.

2. Положення про службу охорони праці «ПУЕТ» визначає, що у «ПУЕТ» службу охорони праці представляє інженер з охорони праці. Це положення закріплює перелік функцій, які виконує інженер з охорони праці, його права, обов'язки та підпорядкованість.

3. Положення про комісію з питань охорони праці «ПУЕТ» включає, що і вузі функціонує постійно діюча комісія з питань охорони праці «ПУЕТ» у кількості трьох осіб. Комісія включає в себе одного представнику зі сторони власника, трудового колективу та профспілки. Це положення визначає її права та завдання діяльності.

4. Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці «ПУЕТ». В ньому встановлено порядок і види навчання, інструктажів, порядок перевірки знань з питань охорони праці

робітників, посадових осіб, спеціалістів «ПУЕТ». В додатках до цього положення відображено зразки документального оформлення результатів проведення інструктажів, зразок оформлення посвідчуючого документа, перелік питань вступного та первинного інструктажів.

5. Положення про організацію і проведення первинного та повторного інструктажів, а також пожежно - технічного мінімуму у «ПУЕТ». Визначає порядок проведення цих видів інструктажів у вузі, перелік питань, що виносять на інструктаж. В цьому положенні визначається циклічність проведення повторного інструктажу та обсяг навчальних годин для освоєння матеріалу, вимоги щодо стажування після первинного інструктажу.

6. Інструкції з охорони праці для працюючих за професіями і видами робіт. У «ПУЕТ». Відповідно до штатного розпису, за кількістю професій розроблено інструкції з охорони праці для працюючих. У «ПУЕТ» примірник інструкції з охорони праці за професією видається кожному працівнику вузу. Ці інструкції встановлюють правила виконання робіт і поведінку на підприємстві й на робочому місці, додержання яких забезпечує збереження здоров'я й працездатності робітників.

7. Інструкції про заходи пожежної безпеки містять перелік заходів пожежної безпеки, яких слід неухильно дотримуватись працівники на робочому місці.

8. Наказ про порядок забезпечення працівників «ПУЕТ» спецодягом, спецвзуттям та іншим засобами індивідуального захисту. Цей наказ виданий згідно з вимогами ст.8 Закону України « Про охорону праці» та ст.163 КЗпПУ на роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими температурними умовами, робітниками і службовцям видаються безкоштовно відповідно до норм спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

Функції з охорони праці

1. Розроблення спільно з іншими підрозділами університету комплексних заходів для досягнення встановлених нормативів та

підвищення існуючого рівня охорони праці, планів, програм поліпшення умов праці, запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, надання організаційно – методичної допомоги у виконанні запланованих заходів [48].

2. Підготовка проектів наказів з питань охорони праці і внесення їх на розгляд ректору університету [48].

3. Проведення спільно з представниками структурних підрозділів університету і за участю представників професійної спілки університету з питань охорони праці перевірок дотримання співробітниками вимог нормативно – правових актів з охорони праці.

4. Складання звітності з охорони праці за встановленими формами.

5. Проведення з працівниками вступного інструктажу з охорони праці.

6. Ведення обліку та проведення аналізу причин виробничого травматизму, професійних захворювань, аварій, заподіяної ними шкоди.

7. Забезпечення належного оформлення і зберігання документів з питань охорони праці, а також своєчасної передачі її до архіву для тривалого зберігання згідно з установленим порядком.

8. Інформування працівників університету про основні вимоги Законів України, інших нормативно – правових актів з охорони праці, що діють в межах університету.

9. Розгляд питань про підтвердження наявності небезпечної виробничої ситуації, що стала причиною відмови працівниками університету від виконання дорученої йому роботи, відповідно до законодавства (у разі необхідності); листів, заяв, скарг працівників підприємства, що стосуються питань додержання законодавства про охорону праці [48].

Служба охорони праці університету організовує [49]:

- забезпечення підрозділів нормативно – правовими актами та актами з охорони праці, що діють в межах університету, посібниками, навчальними матеріалами з цих питань;

- наради, семінари, конкурси тощо з питань охорони праці;

- пропаганду з питань охорони праці з використанням інформаційних стендів, кутків з охорони праці тощо.

Служба охорони праці університету бере участь у[49].:

- складанні санітарно – гігієнічної характеристики робочих місць працівників університету, які проходять обстеження щодо наявності профзахворювань;

- проведення внутрішнього аудиту охорони праці та атестації робочих місць на відповідності нормативно – правовим актом з охорони праці;

- роботі комісій з приймання в експлуатацію нових, реконструйованих навчальних приміщень і обладнання в частині дотримання вимог охорони (безпеки) праці;

- розроблення положень, інструкцій, розділу «Охорона праці» колективного договору, актів з охорони (безпеки) праці, що діють в межах університету;

Забезпечує організаційну роботу в проведенні адміністративно – громадського контролю за станом охорони праці університету.

Служба охорони праці університету контролює за [49]:

- заходів, передбачених програмами, планами щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, колективним договором та заходами, спрямованими на усунення причин нещасних випадків та професій захворювань;

- наявністю в структурних підрозділах інструкцій з охорони праці згідно з переліком, посад і видів робіт, своєчасним внесенням в них змін;

- своєчасним проведенням необхідних випробувань і технічних оглядів устаткування;

- станом запобіжних і захисних пристроїв, вентиляційних систем;

- своєчасним проведенням навчання з питань охорони праці, всіх видів інструктажу з охорони праці;

- організацією зберігання, прання, хімічного чищення, сушіння, знепилювання і ремонту спеціального одягу, спеціального взуття та інших

засобів індивідуального захисту;

- санітарно – гігієнічними і санітарно – побітовими умовами працівників університету згідно з нормативно – правовими актами;

- своєчасне і правильним наданням працівникам університету пільг і компенсацій за важкі та шкідливі умови праці, забезпеченням їх лікувально - профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними йому харчовими продуктами, наданням оплачу вальних перерв санітарно – оздоровчого договору;

- дотримання у належному безпечному стані території університету, внутрішніх доріг та пішохідних доріжок;

- організацію робочих місць відповідно до нормативно – правових актів з охорони праці;

- використання цільових коштів , виділених для виконання комплексних заходів для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- застосування праці жінок, інвалідів і осіб, молодших 18 років, відповідно до законодавства;

- виконанням приписів посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці та поданням страхового експерта з охорони праці;

- проведенням попередніх (під час прийняття на роботу) і періодичних на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких або таких, де є потреба у професійному чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічних обов'язкових медичних оглядів осіб віком 21 року відповідно до Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затверджено наказом Міністерстві охорони здоров'я України.

Інженер з охорони праці підпорядковується безпосередньо проректору з адміністративного – господарської роботи і у разі виявлення порушень має право [49]:

- видавати керівникам структурних підрозділів університету

обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише ректором університету. Припис складається в 2 примірниках, один з яких видається відповідальному за охорону праці підрозділу університету, другий залишається та реєструється у службі охорони праці, і зберігається протягом 5 років. Якщо керівник структурного підрозділу університету відмовляється від підпису в одержанні припису, спеціалістів з охорони праці надсилає відповідне подання на ім'я особи, якій адміністративно підпорядкований цей структурний підрозділ або ректору;

- зупиняти роботу на дільниці, машин, механізмів, устаткування у разі порушень, які створюють загрозу життю або не виконують вимоги нормативно – правових актів з охорони праці;

- надсилати ректору подання про притягнення до відповідальності посадових осіб та працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці;

- за поліпшенням стану безпеки праці вносити пропозицію про університету, спеціалістів університету для проведення перевірок стану охорони праці.

Інженер з охорони праці « ПУЕТ» виконує такі функції: [50]

- організовує і координує роботи з охорони праці, здійснює контроль за додержанням у структурних підрозділах законодавчих і нормативних правових актів з охорони праці, проведенням профілактичної роботи із запобігання виробничого травматизму, професійних і виробничо – обумовлених захворювань, заходів із створенням здорових і безпечних умов праці на підприємстві, за наданням робітникам установлених пільг і компенсацій за умовами праці;

- організовує вивчення умов праці на робочих місцях, роботу з перевірки технологічного стану устаткування, запобіжних і захисних пристроїв;

Висновки до розділу 5

1. Проведений аналіз системи управління та умов охорони праці у Полтавському університеті економіки і торгівлі дозволяє констатувати, що в закладі сформовано ефективну нормативно-правову та організаційну базу для гарантування безпеки праці. Функціонування спеціалізованої служби охорони праці у поєднанні з багатоступеневою системою контролю та кількісного оцінювання рівня безпеки підрозділів сприяє мінімізації виробничих ризиків та запобіганню травматизму.

2. Встановлено, що особлива увага приділяється специфічним умовам роботи в навчальних лабораторіях, де дотримання параметрів мікроклімату, електробезпеки та експлуатації вентиляційних систем є критичним чинником захисту персоналу.

3. Інтегрований підхід до питань пожежної безпеки та цивільного захисту дозволяє університету не лише виконувати державні нормативи, а й створювати безпечне середовище в умовах підвищених ризиків, пов'язаних із надзвичайними ситуаціями. Постійне вдосконалення СУОП через навчання працівників, оновлення інструкцій та модернізацію засобів колективного захисту є запорукою збереження здоров'я учасників освітнього процесу та стабільного функціонування університету як об'єкта критичної інфраструктури.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасний стан і тенденції розвитку хлібопекарської галузі України, встановлено збереження її високого виробничого потенціалу за умов трансформації структури виробництва у напрямі розвитку мініпекарень і ремісничих підприємств, що зумовлює зростання попиту на натуральні, функціональні та крафтові хлібобулочні вироби.

2. Теоретично обґрунтовано перспективність використання заквасок спонтанного бродіння як біотехнологічної основи бездріжджового хлібопечення, що дозволяє покращити реологічні та органолептичні властивості тіста, підвищити біодоступність поживних речовин і подовжити термін зберігання готової продукції без застосування синтетичних добавок.

3. Узагальнено наукові дані щодо використання фруктових заквасок у хлібопекарських технологіях та встановлено, що закваски на основі яблучної води й левіто мадре є ефективними ферментаційними системами, однак потребують суворого контролю кислотності та мікробіологічної стабільності.

4. Обґрунтовано доцільність використання плодів хеномелесу японського (*Chaenomeles japonica*) як біологічно цінної сировини для формування заквасок завдяки високому вмісту органічних кислот, поліфенольних сполук, аскорбінової кислоти та пектинових речовин, що створюють селективне середовище для розвитку молочнокислої мікрофлори.

5. Експериментально доведено, що хеномелесова вода у розведенні 1:5 забезпечує оптимальний рівень кислотності та стабільний перебіг спонтанної ферментації, формуючи контрольований мікробіологічний склад і гармонійний ароматичний профіль порівняно з яблучною та виноградною водою.

6. Розроблено методику приготування пшеничної закваски на основі хеномелесової води, яка характеризується скороченням адаптаційної фази мікроорганізмів, високою ферментативною активністю, інтенсивним

газоутворенням і доброю підйомною здатністю, що позитивно впливає на структурно-механічні властивості тіста.

7. За результатами експериментально-статистичної оптимізації методом Бокса–Уїлсона встановлено раціональні параметри культивування закваски: масова частка води — 52 %, температура — 28 °С, тривалість бродіння — 120 год, які забезпечують максимальне накопичення діоксиду вуглецю за контрольованого рівня кислотності.

8. Обґрунтовано рецептуру та технологічні параметри виробництва пшеничного хліба з використанням хеномелесової закваски у поєднанні з натуральним медом та яйцем курячим, що забезпечує синергетичний вплив на реологічні властивості тіста, формування пористої структури м'якушки та розвиток складного смако-ароматичного профілю.

9. Доведено, що розроблений хліб характеризується підвищеними органолептичними показниками, зростанням харчової та біологічної цінності, покращеним мінерально-вітамінним складом і подовженим терміном збереження свіжості за рахунок уповільнення процесів ретроградації крохмалю та зниження активності небажаної мікрофлори.

10. Підтверджено мікробіологічну стійкість і технологічну стабільність розробленої технології, а також можливість її практичного впровадження на підприємствах малої та середньої потужності, що спеціалізуються на виробництві оздоровчої, функціональної та крафтової хлібобулочної продукції.